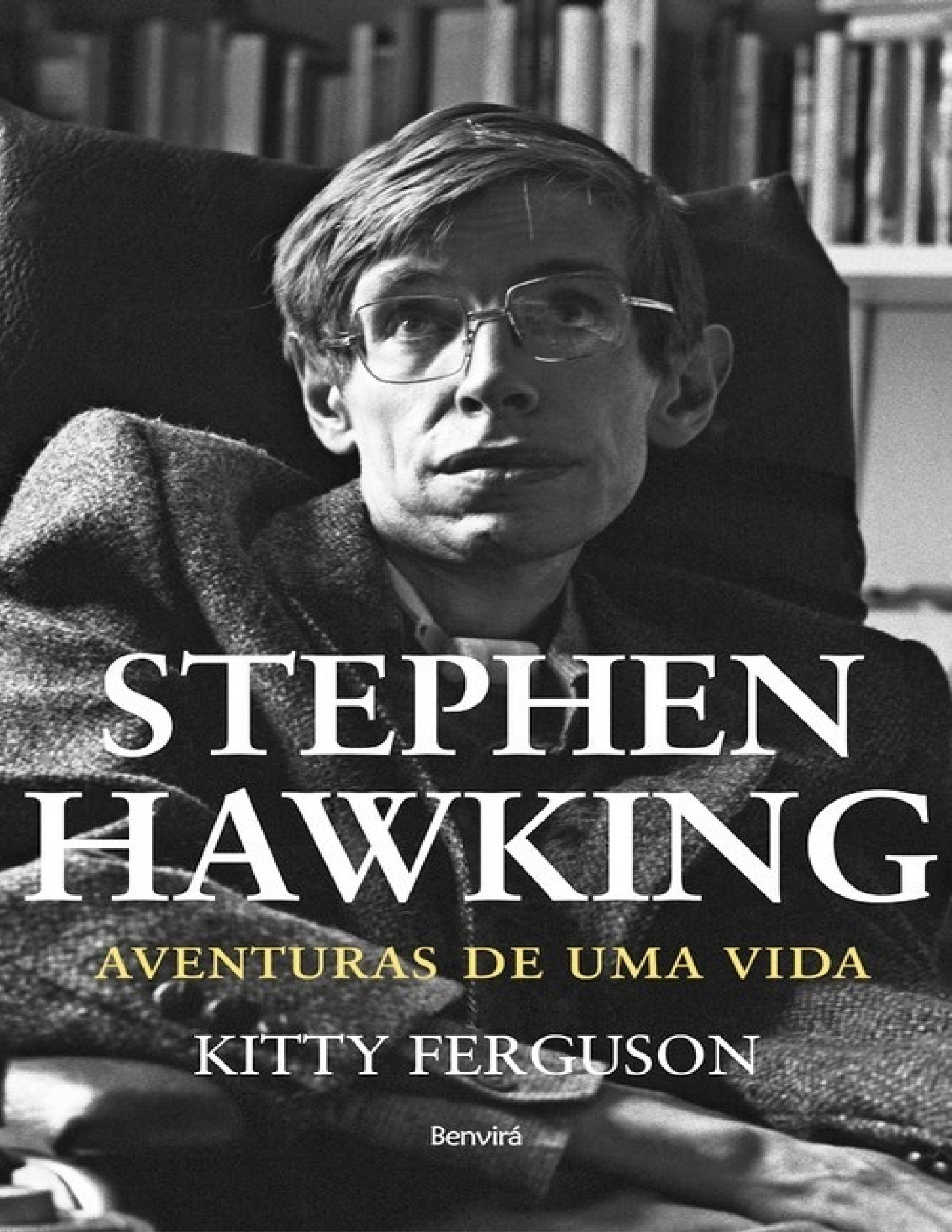




STEPHEN HAWKING

AVENTURAS DE UMA VIDA

KITTY FERGUSON

Benvirá



STEPHEN HAWKING

AVENTURAS DE UMA VIDA

KITTY FERGUSON

Tradução
Pedro Barros

Revisão técnica
Rubens E. G. Machado

Benvirá

Para minha neta Grace

Sumário

Parte I | 1942-1975

1. “A busca por uma Teoria de Tudo”

2. “Nosso objetivo é nada menos do que uma descrição completa do universo em que vivemos”

3. “Igual a nada!”

4. “A percepção de que eu tinha uma doença incurável, que provavelmente me mataria em alguns anos, foi um choque”

5. “A grande pergunta era: houve ou não um início?”

6. “Há uma singularidade em nosso passado”

Parte II | 1970-1990

7. “Essas pessoas devem achar que estamos acostumados a um padrão de vida astronômico”

8. “Cientistas costumam acreditar que há uma correspondência única entre o passado e o futuro, causa e efeito. Quando se perde informação, não é o que acontece”

9. “É minúscula a probabilidade de haver um universo que tenha produzido vida como o nosso”

10. “Em nenhuma de minhas viagens consegui cair do precipício do mundo”

11. “Há tartarugas até lá embaixo”

12. “O estudo dos universos bebês está em sua infância”

Parte III | 1990-2000

13. “Está próximo o fim da física teórica?”

14. “Entre um filme e outro, gosto de resolver problemas de física”

15. “Acho que temos uma boa oportunidade de evitar o Armagedom e, ao mesmo tempo, uma nova Idade das Trevas”

16. “Parece claro para mim”

Parte IV | 2000-2011

[17. “Um horizonte de possibilidades em expansão”](#)

[18. “O vovô tem rodinhas”](#)

[19. “Sempre segui em uma direção de certa forma diferente”](#)

[20. “Meu nome é Stephen Hawking: físico, cosmólogo e uma espécie de sonhador”](#)

[Glossário](#)

[Notas de referências](#)

[Referências bibliográficas](#)

[Agradecimentos](#)

PARTE I

1942-1975

“A busca por uma Teoria de Tudo”

Em 1980, no centro de Cambridge, Inglaterra, há um punhado de vielas estreitas que parecem ainda intocadas pelos séculos XX ou XXI. As casas e edificações representam uma mistura de épocas, mas virar a esquina de uma das ruas mais largas para essas pequenas passagens é uma viagem ao passado, para caminhos entre os muros da tradicional faculdade ou uma ruazinha de vila com uma igreja medieval e um pátio ou uma velha cervejaria. Mal se ouve o barulho do tráfego de avenidas igualmente antigas, porém mais movimentadas. Quase um silêncio absoluto, ouvindo-se apenas canto de pássaros, vozes e passos. Acadêmicos e habitantes da região há séculos caminham por ali.

Quando escrevi meu primeiro livro sobre Stephen Hawking, em 1990, iniciei a história em uma dessas ruazinhas, a Free School Lane. Ela sai da Bene't Street, ao lado da Igreja de St. Bene't's, com seu campanário do século XI. Na esquina da viela, flores e ramos ainda se reclinam sobre a cerca de ferro do pátio da igreja, tal qual faziam vinte anos atrás. As bicicletas ali estacionadas camuflam a sensação de antiguidade do local, mas um pouco à frente, à direita, encontra-se uma parede de pedras pretas e ásperas, com janelas estreitas, que pertence ao Velho Tribunal da Corpus Christi College, do século XIV, o mais antigo tribunal de Cambridge. Vire-se para o outro lado e verá, bem alto, ao lado de um portão em estilo gótico, uma placa onde se lê LABORATÓRIO CAVENDISH. Esse portão e a passagem um pouco além são um portal para uma época mais recente, estranhamente escondida naquela rua medieval.

Não há sinal do mosteiro que ficava naquele espaço no século XII ou dos jardins que foram plantados depois sobre suas ruínas. Em seu lugar, edifícios desolados, que parecem fábricas, sufocantes como prisões, torres sobre asfalto. A situação melhora dentro do complexo, e nas duas décadas que se passaram desde a primeira vez que escrevi sobre o assunto, novos prédios subiram, mas as paredes de vidro dessas estruturas modernas bem projetadas ainda estão condenadas a refletir pouca coisa além da austeridade de seus vizinhos mais antigos.

Por um século, até a Universidade de Cambridge construir o “Novo” Laboratório Cavendish, em 1974, esse complexo abrigava um dos mais importantes centros de pesquisa em física do mundo. Ali, “J.J.” Thomson descobriu o elétron, Ernest Rutherford investigou a estrutura do átomo – e a lista segue infinitamente. Quando assisti a palestras ali, nos anos 1990 (pois nem tudo se mudou para o Novo Cavendish em 1974), ainda se usavam lousas enormes, puxadas barulhentemente para lá e para cá por sistemas de polias de correntes movidos a manivela, para abrigar inúmeras linhas de equações de uma palestra de física.

O Salão Cockcroft, parte integrante desse lugar, é uma sala de eventos muito mais moderna. Ali, em 29 de abril de 1980, cientistas, convidados e dignitários da universidade reuniram-se em íngremes fileiras de assentos, de frente para uma parede de dois andares com uma lousa e uma tela de *slides* – ainda muito antes do advento do PowerPoint. A ocasião era a palestra inaugural do novo professor lucasiano de matemática, o físico e matemático de 38 anos Stephen William Hawking, que fora indicado para aquela ilustre cátedra no outono anterior.

O título anunciado de sua palestra era uma pergunta: “Estaria o fim da física teórica se aproximando?”. Hawking alarmou a plateia ao anunciar que acreditava que sim. Convidou-a a juntar-se a ele em uma sensacional fuga através do tempo e do espaço, a fim de encontrar o Santo Graal da ciência: a teoria que explica o universo e tudo o que acontece nele – o que alguns chamavam de Teoria de Tudo.

Olhando Stephen Hawking, quieto em uma cadeira de rodas enquanto um de seus alunos lia seu texto para o público, ninguém que não o conhecesse o consideraria uma opção promissora para liderar tal aventura. A física teórica era para ele a grande fuga de uma prisão ainda mais severa do que aquela sugerida pelo velho Laboratório Cavendish. Desde que entrara na faculdade, com vinte e poucos anos, convivera com uma deficiência física usurpadora e a promessa de uma morte prematura. Hawking tinha esclerose lateral amiotrófica, conhecida nos Estados Unidos como doença de Lou Gehrig, por causa do jogador de beisebol do New York Yankees, que morrera dela.¹ O progresso da doença no caso de Hawking fora lento, mas, à época em que se tornou professor lucasiano, já não mais podia andar, escrever, alimentar-se sozinho ou erguer a cabeça. Sua fala era inarticulada e quase ininteligível, a não ser por aqueles que o conheciam bem. Para aquela palestra, com muito sofrimento conseguira ditar seu texto algum tempo antes, de forma que pôde ser lido pelo aluno. Mas Hawking certamente não era, e não é, nenhum inválido. É um matemático e físico ativo, a quem alguns, mesmo naquela época, consideravam o mais brilhante desde Einstein. A Cátedra Lucasiana é uma colocação extremamente prestigiosa na Universidade de Cambridge, que data de 1663. Seu segundo detentor foi sir Isaac Newton.

Era típico da iconoclastia de Hawking iniciar essa distinta cátedra prevendo o fim de seu próprio campo de estudo. Disse acreditar que havia uma chance de a chamada Teoria de Tudo ser descoberta antes mesmo do fim do século XX, deixando poucas coisas para físicos teóricos, como ele, fazer.

Desde aquela palestra, muitas pessoas passaram a ver Stephen Hawking como o símbolo da busca por aquela teoria. Contudo, o candidato que ele nomeou para a Teoria de Tudo não fora uma teoria sua, mas a “supergravidade $N = 8$ ”, a qual muitos físicos, naquela época,

acreditavam poder unificar todas as partículas e forças da natureza. Hawking é rápido em apontar que sua obra é apenas uma parte de um cenário muito maior, que envolve físicos de todo o mundo, e também parte de uma busca muito antiga. O desejo de compreender o universo certamente deve ser tão antigo quanto a consciência humana. Desde que os seres humanos começaram a observar os céus noturnos, assim como a natureza a seu redor, considerando sua própria existência, eles têm tentado explicar tudo isso com mitos, religião e, um pouco mais tarde, matemática e ciência. Talvez não estejamos muito mais próximos de entender tudo o que acontece do que nossos ancestrais mais remotos, mas a maioria de nós gosta de acreditar que sim, assim como Stephen Hawking.

A história de Hawking é cheia de paradoxos. As coisas, muitas vezes, não são o que parecem. Peças que deveriam se encaixar recusam-se a fazê-lo. Os inícios podem ser fins; circunstâncias terríveis podem levar à felicidade, enquanto, por outro lado, a fama e o sucesso, não; duas grandes teorias científicas, quando unidas, aparentemente produzem absurdos; espaço vazio não é vazio; buracos negros não são negros; e um homem cuja aparência inspira comoção e piedade nos conduz, com alegria, para onde os limites do tempo e do espaço devem estar – mas não estão.

Para onde quer que olhemos em nosso universo, descobrimos que a realidade é assombrosamente complexa e evasiva, às vezes hostil, nem sempre fácil de aceitar e muitas vezes impossível de prever. Além de nosso universo, é possível que haja uma infinidade de outros. O fim do século XX já chegou e passou, e ninguém descobriu a Teoria de Tudo. E o que isso significa para a previsão de Stephen Hawking? Pode alguma teoria científica realmente explicar *tudo*?

“Nosso objetivo é nada menos do que uma descrição completa do universo em que vivemos”

A ideia de que toda a incrível complexidade e variedade que experimentamos no mundo e no cosmos pode ser resumida em algo incrivelmente simples não é nova nem absurda. O sábio Pitágoras e seus seguidores no sul da Itália, durante o século VI a.C., estudaram as reações entre os comprimentos das cordas de uma lira e as frequências musicais que produziam, e perceberam que, por trás da confusão e da complexidade da natureza, há padrão, ordem, racionalidade. Nos dois milênios e meio que se seguiram, nossos antepassados continuaram a descobrir – muitas vezes, assim como os pitagóricos, para sua surpresa e assombro – que a natureza é menos complicada do que pode parecer à primeira vista.

Imagine, se conseguir, que você é um alienígena superinteligente que nada sabe sobre nosso universo: existe um conjunto de regras tão completo que, ao lê-lo, seria possível descobrir exatamente como é nosso universo? Suponha que alguém lhe entregue esse regulamento. Seria possível que fosse um livro *curto*?

Por décadas, muitos físicos acreditaram que o regulamento não era comprido e que continha um conjunto de princípios bastante simples, talvez até apenas um princípio que está por trás de tudo que já aconteceu, que está acontecendo e que vai acontecer em nosso universo. Em 1980, Stephen Hawking afirmou, precipitadamente, que teríamos o regulamento em nossas mãos no final do século XX.

Minha família tinha um fac-símile de um jogo de tabuleiro antigo. Escavações arqueológicas nas ruínas da cidade de Ur na Mesopotâmia descobriram um tabuleiro primorosamente marchetado com pequenas peças esculpidas. Ficou claro que se trata de um jogo elaborado, mas ninguém conhecia as regras. Os produtores do fac-símile tentaram deduzi-las a partir do projeto do tabuleiro e das peças, mas aqueles que, como nós, compraram o jogo foram encorajados a tomar suas próprias decisões e descobrir como jogar.

Pode-se pensar o universo como algo assim: um jogo magnífico, elegante e misterioso. Certamente que há regras, mas o regulamento não vem com o jogo. O universo não é uma relíquia bonita como o jogo encontrado em Ur. Sim, é velho, mas o jogo não tem fim. Nós e tudo o que conhecemos (e muito do que não conhecemos) estamos envolvidos na brincadeira. Se houver uma Teoria de Tudo, nós e tudo o que existe no universo devemos estar obedecendo a seus princípios, mesmo que tentemos, ao mesmo tempo, descobrir quais são eles.

Imagina-se que o regulamento completo e integral do universo preencheria uma biblioteca enorme ou um supercomputador. Haveria regras sobre como as galáxias se formam e se movem, sobre como os corpos humanos funcionam e deixam de funcionar, sobre como os humanos se relacionam entre si, sobre como interagem as partículas subatômicas, como a água congela, como as plantas crescem, como os cachorros latem – regras intrincadas sobre regras, entre regras. Como alguém poderia acreditar que isso se reduziria a alguns poucos princípios?

Richard Feynman, físico americano premiado com o Nobel, deu um excelente exemplo de como acontece o processo de redução. Houve um tempo, afirmou, em que havia algo chamado movimento e outra coisa chamada calor, e mais uma chamada som. “Mas logo foi descoberto”, escreveu Feynman:

depois que sir Isaac Newton explicou as leis do movimento, que algumas dessas coisas aparentemente diferentes eram aspectos da mesma coisa. Por exemplo, o fenômeno do som podia ser totalmente entendido como o movimento de átomos no ar. Assim, o som não era mais considerado algo além de movimento. Foi também descoberto que o fenômeno do calor é facilmente compreensível a partir das leis do movimento. Dessa forma, grande parte da teoria física foi sintetizada em uma teoria simplificada.¹

A vida entre pequenas peças

Toda a matéria que se consegue pensar no universo – você e eu, o ar, o gelo, estrelas, gases, micróbios, este livro – são feitas de minúsculos tijolos chamados átomos. Os átomos, por sua vez, são feitos de objetos menores, chamados partículas, e muito espaço vazio.

As partículas de matéria mais conhecidas são os elétrons, que orbitam os núcleos de átomos, e os prótons e os nêutrons, que estão concentrados nos núcleos. Os prótons e nêutrons são formados de partículas ainda menores chamadas quarks. Todas as partículas de matéria pertencem a uma classe de partículas chamada férmions, nome que veio do grande físico italiano Enrico Fermi. Estas têm um sistema de troca de mensagens que as faz agir e se modificar de várias maneiras. Um grupo de humanos pode ter um sistema de mensagens que consista em quatro diferentes serviços: telefone, fax, e-mail e correio tradicional. Mas nem todos os humanos enviariam e receberiam mensagens e influenciariam outros por meio dos quatro serviços de mensagem. Pode-se pensar no sistema de mensagem entre os férmions como quatro serviços similares, chamados forças. Há outra classe de partículas que transportam essas mensagens entre os férmions e às vezes entre elas mesmas: partículas “mensageiras”, mais conhecidas como bósons. Aparentemente, qualquer partícula do universo é um férmion ou um bóson.

Uma das quatro forças fundamentais da natureza é a gravidade. Uma maneira de pensar a força gravitacional que nos mantém presos à Terra é como “mensagens” transportadas por bósons, chamados grávitons, entre as partículas dos átomos de seu corpo e as partículas dos átomos da Terra, influenciando tais partículas a se aproximarem. A gravidade é a mais fraca das forças, mas, como será visto adiante, é uma força de alcance enorme e age sobre tudo o que está

no universo. Quando se acumula, pode dominar todas as outras forças.

Uma segunda força, a força eletromagnética, constitui mensagens transportadas por bósons, chamados fótons, entre os prótons do núcleo de um átomo, entre os prótons e os elétrons vizinhos e entre elétrons. A força eletromagnética faz os elétrons orbitar o núcleo. No dia a dia, os fótons aparecem como luz, calor, ondas de rádio, micro-ondas e outras ondas, tudo que é conhecido como radiação eletromagnética. A força eletromagnética também é de longo alcance e muito mais forte do que a gravidade, mas atua apenas em partículas carregadas eletricamente.

Um terceiro serviço de mensagens, a força nuclear forte, faz com o que núcleo do átomo se mantenha coeso.

O quarto, a força nuclear fraca, produz radiatividade e tem um papel fundamental nas estrelas e no início do universo, na formação dos elementos.

As forças gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca... as ações dessas quatro forças são responsáveis por todas as trocas de mensagens entre férmions no universo e por todas as interações entre eles. Sem as quatro forças, todos os férmions (todas as partículas de matéria) existiriam isolados, se existissem, sem nenhum meio de contato ou modo de influenciar outros, inconsciente de todos os outros. Simplificando um pouco, tudo o que *não* acontecer por meio de uma das quatro forças não acontece. Sendo isso verdade, um total entendimento das forças nos daria uma compreensão dos princípios por trás de tudo o que acontece no universo. Já temos um regulamento consideravelmente condensado.

Boa parte do trabalho dos físicos no século XX visava saber mais sobre o funcionamento das quatro forças da natureza e sobre o relacionamento entre elas. No nosso sistema de mensagens humano, podemos descobrir que o telefone, o fax e o e-mail não são tão distintos, mas podem ser vistos como a mesma coisa sendo apresentada de três maneiras diferentes. Essa descoberta “unificaria” os três serviços de mensagem. De modo semelhante, os físicos buscaram, com certo sucesso, unificar as forças. Basicamente esperam encontrar uma teoria que explique que todas as quatro forças são, na verdade, uma que se manifesta de formas distintas – uma teoria que possa até unir férmions e bósons em uma única família. Chamam a essa teoria de teoria unificada.

Uma teoria explicando o universo, a Teoria de Tudo, deve ir muito além. A Stephen Hawking interessava particularmente responder à pergunta: como era o universo no instante exato do início, antes de qualquer tempo ter se passado? Os físicos formulam essa pergunta: quais são as “condições iniciais” ou as “condições-limite no início do universo”? Como a questão das condições-limite (também chamadas de condições de contorno) foi e continua sendo o âmago da obra de Hawking, é preciso passarmos algum tempo debruçados sobre ela.

O desafio do limite

Suponhamos que você construa um modelo de uma estrada de ferro, coloque diversos trens nos trilhos e deixe os botões e comandos que controlam as velocidades dos modelos da maneira que se quer, tudo isso antes de ligar a energia. É necessário definir as condições-limite. Para essa

sessão com seu equipamento de trem, a realidade será iniciar com as coisas precisamente nesse estado, e não em outro. O ponto em que cada trem estará cinco minutos depois de se ligar a energia, se algum deles vai colidir com outro, são fatos que dependem muito dessas condições-limite.

Imagine que, quando tiver permitido que os trens circulem por dez minutos, sem qualquer interferência, um amigo entra na sala. Você desliga a energia. Agora existe uma segunda série de condições-limite: a posição exata de tudo no instante em que foi desligado. Suponha que seu amigo seja desafiado a tentar descobrir onde exatamente estavam os trens quando começaram a circular, dez minutos antes. Haveria uma enormidade de perguntas, além da simples questão da posição dos trens e da maneira como os comandos estavam ajustados. Quanto tempo cada trem leva para acelerar e desacelerar? Algumas partes dos trilhos oferecem mais resistência do que outras? Qual é a inclinação das ladeiras? A fonte de alimentação de energia é constante? Tem-se certeza de que não houve nada que interferisse na movimentação dos trens – algo que talvez não estivesse mais visível? Seria, de fato, um exercício hercúleo. Seu amigo estaria mais ou menos na posição de um físico moderno tentando descobrir como o universo começou – quais seriam as condições-limite no início dos tempos.

As condições-limite na ciência não se aplicam apenas à história do universo. Elas basicamente significam o estado das coisas em determinado momento, por exemplo no início de um experimento de laboratório. Contudo, quando se pensa no universo, ao contrário da situação com o modelo da estrada de ferro ou um experimento de laboratório, muitas vezes não se permite que sejam definidas condições-limite. Uma das questões favoritas de Hawking é calcular a quantidade de maneiras diversas pelas quais o universo poderia ter se iniciado e, ainda assim, estar na forma como o observamos hoje, presumindo-se que tenhamos o conhecimento e a compreensão corretos das leis da física e que elas não tenham mudado. Ele está usando, como condições-limite, “a maneira como observamos o universo hoje” e, também, de modo mais sutil, as leis da física e a hipótese de que elas não foram alteradas. A pergunta que tenta responder é quais eram as condições-limite no início do universo, ou as “condições iniciais do universo” – a configuração exata no começo de tudo, incluindo as leis mínimas que precisariam estar presentes naquele momento a fim de se produzir, em certo tempo do futuro, o universo da forma como o conhecemos hoje. Foi, ao pensar nessa pergunta, que Hawking produziu algumas de suas obras mais interessantes e respostas mais surpreendentes.

Uma descrição unificada das partículas e forças e o conhecimento das condições-limite na origem do universo seriam um feito científico estupendo, mas não seria uma Teoria de Tudo. Além disso, tal teoria precisa considerar valores que são “elementos arbitrários” em todas as teorias atuais.

Aula de idioma

Entre os *elementos arbitrários* estão “constantes da natureza”, como a massa e a carga do elétron e a velocidade da luz. São elementos que observamos, mas nenhuma teoria os explica ou prevê.

Outro exemplo: físicos conhecem a intensidade da força eletromagnética e da força nuclear fraca. A teoria eletrofraca unifica as duas, mas não consegue dizer como se pode calcular a diferença de intensidade das duas forças. A diferença de intensidade é um “elemento arbitrário”, não previsto pela teoria. Sabemos o que é a partir de observações, e assim o encaixamos “manualmente” em uma teoria. Isso é considerado uma fraqueza da teoria.

Quando cientistas usam a palavra *prever*, isso não significa predizer o futuro. A pergunta “essa teoria prevê a velocidade da luz?” não visa questionar se a teoria pode dizer qual será essa velocidade na próxima terça-feira. Significa, na verdade, se essa teoria tornaria possível deduzir a velocidade da luz se fosse impossível observá-la. Na realidade, nenhuma teoria atual consegue, de fato, prever a velocidade da luz. Trata-se de um elemento arbitrário em todas as teorias.

Uma das preocupações de Hawking ao escrever *Uma breve história do tempo* foi que houvesse uma compreensão clara do significado de uma teoria. Uma teoria não é uma Verdade com V maiúsculo, não é uma regra, não é um fato, não é a palavra final. Pode-se pensar na teoria como um barquinho de brinquedo. Para se descobrir se ele boia, deve-se colocá-lo na água. É preciso testá-lo. Quando afunda, deve-se retirá-lo da água e fazer algumas modificações, ou começar do zero e construir um barquinho diferente, beneficiando-se do que foi aprendido com o fracasso.

Algumas teorias são bons barquinhos. Flutuam por um bom tempo. É possível que tenhamos ciência da existência de vazamentos, mas, para efeitos práticos, servem-nos muito bem. Algumas funcionam tão bem e são tão solidamente apoiadas por experimentos e testes que começamos a considerá-las como verdades. Mas os cientistas, conscientes da complexidade e das surpresas de nosso universo, são extremamente cautelosos em chamá-las assim. Apesar de algumas teorias terem, de fato, muito sucesso experimental para se basear, e outras serem apenas um vislumbre nos olhos de um teórico – barquinhos muito bem projetados, mas que nunca foram testados na água –, é arriscado presumir que *qualquer uma* delas seja uma “verdade” científica absoluta, fundamentalmente.

É importante, entretanto, não ficar titubeante para sempre, não ficar questionando teorias bem estabelecidas sem ter um bom motivo para fazê-lo. Para a ciência avançar, é necessário entender que algumas teorias são bastante confiáveis, sendo possível comprová-las suficientemente bem, de modo que se possa usá-las como alicerces e prosseguir a partir daí. Claro que, alguma nova ideia ou pensamento pode surgir ao longo do tempo, ameaçando afundar o barco. Veremos um exemplo disso mais à frente neste livro.

Em *Uma breve história do tempo*, Stephen Hawking escreveu que uma teoria científica “não é mais do que um modelo do universo, ou de uma parte restrita deste, e um conjunto de regras que relacionam quantidades do modelo com as observações que praticamos. Existe apenas na nossa mente e não tem nenhuma outra realidade, seja o quer for que signifique”.² A maneira mais fácil de entender essa definição é observar alguns exemplos.

Há um pequeno vídeo que mostra Hawking lecionando para pós-graduandos, provavelmente no início dos anos 1980, com a ajuda de um assistente. Nessa época, sua capacidade de fala estava tão deteriorada que era impossível para qualquer pessoa que não o conhecesse bem entendê-lo. No vídeo, o assistente interpreta a fala distorcida de Hawking e diz: “Bem, acontece que temos um modelo do universo aqui”, e coloca um grande cilindro de papelão sobre a mesa.

Hawking franze o cenho e murmura alguma coisa que apenas o assistente consegue entender, o qual então, desculpando-se, pega o cilindro e o gira para que fique em pé do outro lado. Hawking aprova com a cabeça, e os ouvintes caem na gargalhada.

Um “modelo”, claro, não precisa ser algo como um cilindro de papelão ou um desenho que possamos ver e tocar. Pode ser uma imagem mental ou até mesmo uma história. Equações matemáticas e mitos sobre a criação podem ser modelos.

Voltando ao cilindro de papelão, de que forma ele se parece com o universo? Para fazer uma teoria completa a partir daí, Hawking teria de explicar como o modelo se relaciona com aquilo que vemos de fato a nosso redor, a “observações”, ou ao que poderíamos observar se tivéssemos tecnologias melhores. Porém, apenas porque alguém coloca um pedaço de papelão sobre a mesa e explica a relação dele com o universo real não significa que qualquer pessoa possa aceitá-lo como o modelo do universo. Devemos pensar sobre isso, não apenas aceitar sem nenhum questionamento. É uma ideia que existe “apenas em nossa mente”. O cilindro de papelão pode se transformar num modelo útil. Por outro lado, alguma evidência pode acabar provando que não é útil. Podemos, em algum momento, descobrir que somos parte de um jogo levemente diferente daquele que o modelo sugeria que jogávamos. E isso significaria que a teoria era “ruim”? Não, pode ter sido uma teoria muito boa, e todos podem ter aprendido muitas coisas ao pensar sobre ela, testá-la e ter de modificá-la ou descartá-la. O esforço para descartá-la pode ter exigido ideias e experimentos criativos que levarão a algo melhor ou valer a pena de outras formas.

Então, o que define uma teoria como boa? Mais uma vez, citando Hawking, ela deve “descrever com precisão um grande número de observações que estão na base do modelo, que pode conter um pequeno número de elementos arbitrários e deve elaborar previsões definidas sobre os resultados de observações futuras”.[3](#)

Por exemplo, a teoria da gravidade de Isaac Newton descreve uma enorme quantidade de observações. Ela prevê o comportamento de objetos derrubados ou jogados sobre a Terra, assim como as órbitas planetárias.

É importante ter em mente, contudo, que uma boa teoria não precisa surgir totalmente da observação. Uma boa teoria pode ser extravagante, um grande pulo de imaginação. “A habilidade de dar esses pulos intuitivos é o que realmente caracteriza um bom físico teórico”, diz Hawking.[4](#) Entretanto, uma boa teoria não deve divergir de coisas já observadas, a não ser que dê motivos convincentes para parecer divergir. A teoria das cordas, uma das mais empolgantes teorias recentes, prevê mais de três dimensões de espaço, uma previsão que certamente parece inconsistente com o que se observa. Os teóricos explicam a discrepância sugerindo que as dimensões extras estão tão enroladas entre si que somos incapazes de reconhecê-las.

Já vimos o que pretende Hawking com sua segunda exigência, de que uma teoria pode conter apenas um pequeno número de elementos arbitrários.

A exigência final, de acordo com Hawking, é que a teoria deve sugerir o que se pode esperar de observações futuras. Deve nos desafiar a testá-la. Deve nos dizer o que vamos observar se ela estiver correta. Deve nos dizer também que observações provariam que ela *não é* correta. Por exemplo, a teoria da relatividade geral de Albert Einstein prevê que feixes de luz de estrelas distantes mudam de direção ao passar por corpos com muita massa, como o Sol. Essa previsão é

passível de testes, e estes mostraram que Einstein estava correto.

Algumas teorias, incluindo a maioria das proferidas por Stephen Hawking, são impossíveis de ser testadas com a tecnologia que temos hoje, talvez até mesmo com qualquer tecnologia que seja concebida no futuro. Elas são testadas com matemática. Devem ser matematicamente consistentes com o que sabemos e observamos. Mas não podemos observar o universo em seus primeiros estágios para descobrir se sua “proposta de não limite” (que será discutida mais tarde) está correta. Apesar de terem sido propostos alguns testes para provar ou contestar “buracos de minhoca”, Hawking não acha que eles seriam bem-sucedidos. Mas ele nos contou o que acredita que encontraremos se, algum dia, tivermos a tecnologia, e está convencido de que suas teorias são consistentes com o que foi observado até hoje. Em certos casos, ele arriscou fazer previsões muito específicas a respeito dos resultados de experimentos e observações que impulsionam os limites de nossas atuais capacidades.

Se a natureza é perfeitamente unificada, as condições-limite no início do universo, as partículas mais fundamentais e as forças que as controlam e as constantes da natureza são inter-relacionadas de maneira única e totalmente compatível, podemos reconhecê-la como inevitável, absoluta e autoexplicativa. Chegar a esse nível de compreensão seria, na verdade, descobrir a Teoria de Tudo... de Absolutamente Tudo... talvez até mesmo a resposta à pergunta de *por que* o universo se encaixa nessa descrição... “conhecer o pensamento de Deus”, como disse Hawking em *Uma breve história do tempo*, ou “O grande projeto”, como se expressou, de modo menos dramático, em um livro mais recente de mesmo nome.

Estabelecendo o desafio

Estamos prontos para listar os desafios que se apresentaram a qualquer possível “Teoria de Tudo” quando Hawking fez sua palestra lucasiana em 1980. Será visto, ao longo do livro, que algumas exigências dessa lista passaram por uma sutil mudança desde então.

- Deve nos fornecer um modelo que unifique forças e partículas.
- Deve responder à pergunta: quais são as “condições-limite” do universo, as condições no exato instante do início, antes de qualquer tempo ter passado?
- Deve ser “restritiva”, permitindo poucas opções. Pode, por exemplo, prever com precisão quantos tipos de partículas existem. Se deixar alternativas, deve, de alguma forma, levar em consideração o fato de que temos o universo que temos, e não um universo um pouquinho diferente.
- Deveria conter alguns poucos elementos arbitrários. É preferível não precisarmos vasculhar o universo real com muita frequência em busca de respostas. Paradoxalmente, a própria Teoria de Tudo pode ser um elemento arbitrário. Alguns cientistas esperam que ela explique por que deve existir uma teoria ou algo que deva ser descrito por ela. É improvável que seja respondida a pergunta de Stephen Hawking: “Por que o universo [ou, neste caso, a Teoria de Tudo] se dá ao trabalho de existir?”.⁵
- Deve prever um universo como aquele que observamos, ou explicar, de maneira

convvincente, por que há discrepâncias. Se previr que a velocidade da luz é dezesseis quilômetros por hora ou não admitir a existência de pinguins ou pulsares, temos um problema. Uma Teoria de Tudo deve encontrar um modo de sobreviver à comparação com o que observamos.

- Deve ser simples, ainda que precise permitir uma complexidade enorme. O físico John Archibald Wheeler, de Princeton, escreveu:

Por trás de tudo
certamente há uma ideia tão simples,
tão bonita,
tão convincente, que, quando –
daqui a uma década, um século,
ou um milênio –
a compreendermos,
todos diremos aos outros:
como poderia ser de outra forma?
Como pudemos ser tão estúpidos
por tanto tempo?[6](#)

As teorias mais profundas, como a teoria da gravidade de Newton e as teorias da relatividade de Einstein, são simples, como Wheeler as descreveu.

- Deve solucionar o enigma de combinar a teoria da relatividade geral de Einstein (uma teoria que explica a gravidade) com a mecânica quântica (a teoria que é bem usada quando se fala sobre as outras três forças). Esse é um desafio que Stephen Hawking resolveu enfrentar. O leitor o entenderá melhor depois de ler sobre o princípio da incerteza da mecânica quântica neste capítulo e, mais tarde, sobre a relatividade geral.

Teoria confronta teoria

A teoria da relatividade geral de Einstein é a teoria das coisas grandes e muito grandes – por exemplo, estrelas, planetas, galáxias. E funciona bem para explicar como funciona a gravidade nesse nível.

A mecânica quântica é a teoria das coisas muito pequenas. Descreve as forças da natureza como mensagens transmitidas entre férmions (partículas de matérias). A mecânica quântica também contém algo extremamente frustrante, o princípio da incerteza: nunca podemos saber com precisão a *posição* de uma partícula e, ao mesmo tempo, seu *momento* (como ela se move). Apesar desse problema, a mecânica quântica sai-se bem ao explicar no nível das coisas muito pequenas.

Uma forma de combinar essas duas grandes teorias do século XX em uma teoria unificada seria explicar a gravidade – com mais sucesso do que foi feito até hoje – como uma troca entre partículas mensageiras, como fazemos com as outras três forças. Outro caminho é repensar a relatividade geral sob a luz do princípio da incerteza.

Explicar a gravidade como uma troca entre partículas mensageiras apresenta problemas.

Quando se pensa na força que segura as pessoas na Terra como uma troca de grávitons (partículas mensageiras de gravidade) entre as partículas de matéria em seu corpo e as partículas de matéria que formam a Terra, está-se descrevendo a força gravitacional ao modo da mecânica quântica. Mas, como todos esses grávitons também estão trocando grávitons entre si, matematicamente trata-se de algo complicado. Chegamos a infinitos, absurdo matemático.

As teorias físicas não conseguem lidar com infinitos. Quando estes apareceram em outras teorias, os estudiosos recorreram a algo conhecido como “renormalização”. Richard Feynman usou a renormalização ao desenvolver uma teoria para explicar a força eletromagnética, mas não chegou nem perto de ficar satisfeito. “Não importa a genialidade da expressão”, escreveu; “ela me parece um processo maluco!”⁷ Envolve investir em outros infinitos e permitir que estes se cancelem uns aos outros. Parece dúvida, mas, em muitos casos, na prática pode funcionar. As teorias resultantes concordam incrivelmente bem com as observações.

A renormalização funciona no caso do eletromagnetismo, mas o mesmo não ocorre no caso da gravidade. Os infinitos da força gravitacional são de um tipo muito mais incômodo do que aqueles da força eletromagnética. Eles se recusam a sumir. A supergravidade, a teoria sobre a qual Hawking falou em sua palestra lucasiana, e a teoria das cordas – em que os objetos básicos do universo não são partículas puntiformes, mas sim minúsculas cordas ou laços de cordas – começaram a invadir de maneira promissora o século XX; e, um pouco adiante neste livro, veremos avanços recentes ainda mais promissores. Mas o problema não está totalmente solucionado.

E se, por outro lado, permitirmos que a mecânica quântica invada o estudo das coisas muito grandes – reino em que a gravidade parece ser soberana? O que acontece quando repensamos o que a relatividade geral nos diz a respeito da gravidade sob a luz do que sabemos sobre o princípio da incerteza, o princípio que diz que não se pode medir com precisão a posição e o momento de uma partícula ao mesmo tempo? O leitor verá que o trabalho de Hawking nesse sentido obteve resultados bizarros: os buracos negros não são negros, e as condições-limite podem indicar que não há limites.

Já que estamos listando paradoxos, eis mais um: um espaço vazio não é vazio. Mais adiante, o leitor verá como chegamos a essa conclusão. Por ora, deve se satisfazer em saber que o princípio da incerteza significa que o chamado espaço vazio transborda partículas e antipartículas. (O caso da matéria-antimatéria, usado na ficção científica, é um exemplo conhecido.)

A relatividade geral nos diz que a presença de matéria ou energia “curva ou distorce o espaço-tempo”. Já mencionamos uma consequência dessa curvatura: a mudança de direção dos feixes da luz de estrelas distantes ao passarem por um corpo com muita massa, como o Sol.

Tenha estes dois pontos em mente: (1) Espaço “vazio” é preenchido com partículas e antipartículas, além de uma quantidade enorme de energia. (2) A presença dessa energia causa a curvatura do espaço-tempo.

Se ambos forem verdadeiros, todo o universo deveria ser curvado em uma pequena bola. Mas isso não aconteceu. Quando a relatividade geral e a mecânica quântica trabalham juntas, o que elas predizem parece ser muito errado. Tanto a relatividade geral como a mecânica quântica são teorias incrivelmente boas, duas das maiores conquistas intelectuais do século XX. Elas nos

auxiliam de modo magnífico não apenas para fins teóricos, mas também de muitas maneiras práticas. Entretanto, quando unidas, produzem infinitos e absurdos. A Teoria de Tudo deve, de alguma forma, resolver esse absurdo.

Prevendo os detalhes

Mais uma vez, imagine que é um alienígena que nunca viu nosso universo. Com a Teoria de Tudo, o leitor deve, todavia, ser capaz de prever tudo a respeito dele... correto? É possível que consiga prever sóis, planetas, galáxias, buracos negros e quasares – mas consegue prever o vencedor do clássico de futebol da semana que vem? Quão específico consegue ser? Não muito.

Os cálculos necessários para estudar todos os dados do universo estão ridiculamente muito além da capacidade de qualquer computador imaginável. Hawking argumenta que, embora consigamos resolver as equações para o movimento de dois corpos pela teoria da gravidade de Newton, não podemos resolvê-las com exatidão para três corpos, não porque a teoria de Newton não funciona para três corpos, mas porque a matemática é complicada demais. Não é preciso dizer que o universo real contém mais do que três corpos.

Nem podemos prever nossa saúde, ainda que entendamos extremamente bem os princípios por trás da medicina, ou seja, os princípios da química e da biologia. O problema, mais uma vez, é que há bilhões e bilhões de detalhes no sistema da vida real, mesmo quando esse sistema é apenas um corpo humano.

Mesmo com a Teoria de Tudo em nossas mãos, ainda estaríamos incrivelmente longe de prever tudo. Ainda que os princípios subjacentes sejam simples e bem compreendidos, a maneira como funcionam é extremamente complicada. “Um minuto para aprender, uma vida inteira do universo para se tornar mestre”, para parafrasear o slogan de uma propaganda. “Uma vida inteira para se tornar mestre” é uma baita meia verdade.*

E o que significa isso? O cavalo que vencerá o grande prêmio no ano que vem é previsível com a Teoria de Tudo, mas nenhum computador pode armazenar todos os dados ou fazer todos os cálculos para conseguir prever. Não é mesmo?

Há ainda mais um problema. Devemos voltar nosso olhar mais uma vez para o princípio da incerteza da mecânica quântica.

A imprecisão das coisas muito pequenas

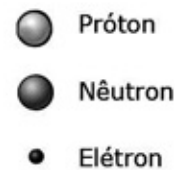
No nível das coisas muito pequenas, o nível quântico do universo, o princípio da incerteza também limita nossa capacidade de prever.

Pense em todos aqueles habitantes estranhos e ocupados do mundo quântico, tanto nos férmions como nos bósons. Há um zoológico impressionante de partículas. Entre os férmions estão os elétrons, os prótons e os nêutrons. Cada próton ou nêutron é, por sua vez, feito de três

quarks, que também são férmions. Então há os bósons: os fótons (mensageiros da força eletromagnética), os grávitons (da força gravitacional), os glúons (da força forte) e Ws e Zs (da força fraca). Seria útil saber onde estão todos esses e muitos outros, para onde vão e em quanto tempo chegarão lá. É possível descobrir.

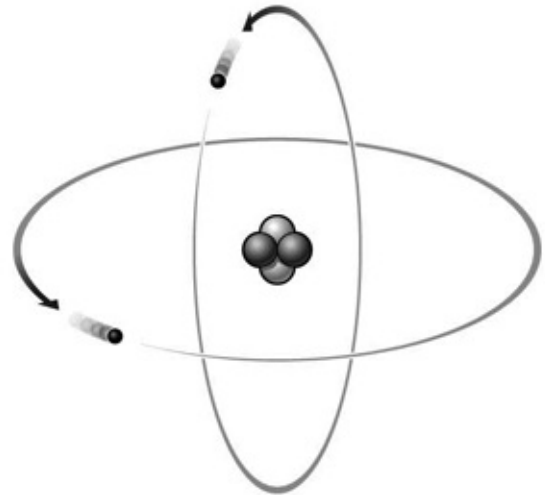
O diagrama de um átomo na figura 2.1 é o modelo proposto por Ernest Rutherford no Laboratório Cavendish em Cambridge no início do século XX. Ele apresenta elétrons orbitando o núcleo do átomo como os planetas orbitam o Sol. Sabemos que, na verdade, as coisas nunca têm essa aparência no nível quântico. As órbitas dos elétrons não podem ser representadas graficamente como se elétrons fossem planetas. É melhor indicá-las como enxames em nuvem ao redor do núcleo. Por que a confusão?

Os prótons (com carga elétrica positiva) e os nêutrons (sem carga elétrica) se encontram no centro do átomo, no núcleo.



Os elétrons (com carga elétrica negativa) não podem ficar no núcleo, mas são atraídos pelos prótons e tendem a permanecer nas imediações.

Observem quanto espaço vazio existe em um átomo.



Devem considerar que na realidade, mesmo neste nível de aumento do átomo, o elétron e o núcleo são tão pequenos que não poderíamos de forma alguma vê-los.

Fig. 2.1. No modelo de Rutherford de um átomo de hélio, os elétrons orbitam ao redor do núcleo como os planetas ao redor do Sol. Hoje sabemos que, na realidade, por causa do princípio da incerteza da mecânica quântica, as órbitas dos elétrons não são trajetórias bem definidas como este modelo nos levaria a crer.

O princípio da incerteza torna a vida no nível quântico uma questão confusa, imprecisa, não apenas para elétrons, mas para todas as partículas. Não importa como tentemos observar o que acontece, é impossível descobrir com precisão, ao mesmo tempo, o *momento* e a *posição* de uma partícula. Quanto mais precisão se consegue na medição do movimento da partícula, menos preciso é o conhecimento de sua posição, e vice-versa. Funciona como uma balança: quando a exatidão de uma medida sobe, a exatidão da outra tem de cair. Confirmamos uma medida apenas quando permitimos que a outra seja mais incerta.

A melhor maneira de descrever a atividade de uma partícula é estudar todas as trajetórias possíveis em que ela pode estar se movendo e, então, calcular a probabilidade de uma trajetória e compará-la à de outra. Torna-se uma questão de probabilidades. Uma partícula tem esta probabilidade de estar se movendo – *naquela* trajetória – ou tem aquela probabilidade de estar – *aqui*. Essas probabilidades são, não obstante, informações muito úteis.

É um pouco como prever o resultado de eleições. Especialistas em pesquisas eleitorais trabalham com probabilidades. Quando lidam com grande quantidade de eleitores, obtêm estatísticas que lhes permitem prever quem ganhará a eleição e por qual margem, sem precisar saber como cada indivíduo votará. Quando físicos quânticos estudam uma quantidade bastante grande de possíveis trajetórias que as partículas podem seguir, as probabilidades de seu movimento para lá ou para cá, ou de estarem em um lugar em vez de outro, tornam-se informações concretas.

Pesquisadores admitem que entrevistar uma pessoa pode influenciar um voto, ao fazer com que o eleitor se torne mais consciente de problemas. Os físicos enfrentam um dilema similar. Investigar o nível quântico influencia as respostas obtidas.

Até agora, parece boa a comparação entre prever eleições e estudar o nível quântico. Contudo, agora deixará de valer: no dia da eleição, cada cidadão deposita um voto definitivo, de

uma forma ou de outra, talvez secreto, mas nunca indeterminado. Se pesquisadores colocassem câmeras escondidas nas cabines de votação – e não fossem presos por isso –, poderiam descobrir como votou cada pessoa. O mesmo não vale na física quântica. Físicos inventaram maneiras engenhosas de espiar partículas, mas nenhuma foi bem-sucedida. O mundo das partículas elementares não *parece* incerto apenas porque não fomos inteligentes o bastante para encontrar um modo eficaz de observá-lo. Ele realmente é incerto. Não é de admirar que Hawking, em sua palestra lucasiana, tenha chamado a mecânica quântica de “uma teoria do que não sabemos e não podemos prever”.[8](#)

Tendo essa limitação em mente, físicos redefiniram o objetivo da ciência: a Teoria de Tudo será um grupo de leis que tornam possível prever eventos *até o limite definido pelo princípio da incerteza*, e isso significa, em muitos casos, nos satisfazermos com probabilidades estatísticas, e não dados específicos.

Hawking resume nosso problema. Em resposta à pergunta se tudo é predeterminado pela Teoria de Tudo ou por Deus, ele acha que sim. “Mas pode também não ser, porque nunca podemos saber o que é determinado. Se a teoria determinou que todos morreremos por enforcamento, então não vamos nos afogar. Mas seria necessário total certeza de que somos destinados à forca para colocarmos um barquinho minúsculo no mar durante uma tempestade.”[9](#) Ele considera a ideia do livre arbítrio “uma teoria aproximada muito boa do comportamento humano”.[10](#)

Existe mesmo uma Teoria de Tudo?

Nem todos os físicos acreditam que haja uma Teoria de Tudo ou, se houver, que seja possível alguém descobri-la. A ciência pode continuar refinando o que sabemos por meio de descoberta atrás de descoberta, abrindo caixas dentro de caixas, mas nunca chegar à caixa final. Outros argumentam que os eventos não são totalmente previsíveis e acontecem de maneira aleatória. Alguns acreditam que Deus e os seres humanos têm muito mais liberdade de dar e receber dentro dessa criação do que uma Teoria de Tudo determinista permitiria. Acreditam que, assim como na apresentação de um grande número de música orquestral, ainda que as notas estejam anotadas, pode haver muita criatividade na reprodução das notas, o que não é nem um pouco predeterminado.

Não importa se está a nosso alcance uma teoria completa para explicar o universo ou se algum dia estará; existem aqueles entre nós que querem arriscar. Os humanos são seres intrépidos, com uma curiosidade insaciável. Pessoas como Stephen Hawking são particularmente difíceis de desencorajar. Porta-voz daqueles que se dedicam a essa ciência, Murray Gell-Mann descreveu a busca:

É a maior e mais persistente aventura da história humana, essa busca para compreender o universo, como ele funciona e de onde veio. É difícil imaginar que um punhado de habitantes de um pequeno planeta rodeando uma estrela insignificante em uma pequena galáxia tenha como objetivo uma compreensão completa de todo o universo, uma pequena mancha da criação

realmente acreditando ser capaz de compreender o todo.[11](#)

“Igual a nada!”

Quando Stephen Hawking tinha doze anos, dois colegas de escola fizeram uma aposta sobre seu futuro. John McClenahan apostou que Stephen “nunca conquistaria nada”; Basil King, “que ele se mostraria extraordinariamente capaz”.¹ O prêmio era um pacote de guloseimas.

O jovem S. W. Hawking não era um prodígio. Alguns relatos indicam que ele era brilhante de vez em quando, mas Hawking lembra que era apenas mais um estudante inglês comum, aprendendo lentamente a ler, com uma caligrafia que desesperava seus professores. Estava na média de sua turma, embora hoje diga, em sua defesa, que “era uma turma brilhante”.^{*} Talvez alguém pudesse ter previsto uma carreira nas ciências ou engenharia, já que Stephen era muito interessado em aprender os segredos de como funcionavam coisas como relógios ou rádios. Ele as desmontava para descobrir, mas raramente conseguia montá-las de novo. Stephen nunca teve muita coordenação motora e não era habilidoso com esportes ou outras atividades físicas. Era quase sempre o último a ser escolhido para as equipes. John McClenahan tinha bons motivos para acreditar que venceria a aposta.

Basil King talvez estivesse sendo apenas um amigo legal ou gostasse de apostar no azarão. Talvez visse coisas em Stephen que professores, adultos e o próprio Stephen não conseguissem. Até hoje não cobrou seu pacote de guloseimas, mas está na hora de fazê-lo. Pois Stephen Hawking, depois de um início tão comum, é hoje um dos gigantes intelectuais de nosso mundo moderno – e uma das figuras mais heroicas. Apenas detalhes biográficos não conseguem explicar como ocorreram tais transformações. Hawking alega ser ainda “apenas uma criança que nunca cresceu. Não paro de perguntar como e por quê. De vez em quando, encontro uma resposta”.²

1942-1959

Stephen William Hawking nasceu durante a Segunda Guerra Mundial, em 8 de janeiro de 1942, em Oxford. Foi um inverno de desânimo e medo, não uma época feliz para vir ao mundo. Hawking gosta de dizer que seu nascimento ocorreu exatamente trezentos anos após a morte de Galileu, que é considerado o pai da ciência moderna. Mas poucas pessoas em janeiro de 1942 pensavam em Galileu.

Os pais de Stephen, Frank e Isobel Hawking, não eram ricos. O avô, muito próspero, de

Frank, de Yorkshire, exagerara na compra de terrenos rurais e acabou indo à falência na grande depressão agrícola no início do século XX. Sua resiliente esposa, avó de Frank e bisavó de Stephen, salvou a família da ruína completa ao abrir uma escola em sua casa. Seu talento e força de vontade para dar esse passo incomum são evidências de que leitura e educação já deviam ser uma prioridade na família.

Isobel, a mãe de Stephen, era a segunda de sete irmãos. Seu pai era um médico de família em Glasgow. Quando Isobel tinha doze anos, mudaram-se para Devon.

Não era fácil para nenhuma família juntar dinheiro para mandar um filho para Oxford, mas ambas conseguiram. Encarar uma sobrecarga financeira dessa magnitude era especialmente incomum no caso dos pais de Isobel, pois poucas mulheres iam para a universidade na década de 1930. Apesar de Oxford admitir estudantes do sexo feminino desde 1878, foi somente em 1920 que a universidade começou a conceder diplomas para mulheres. Os estudos de Isobel abordavam uma grande variedade de temas, algo muito raro em uma universidade onde os alunos tendiam a ser muito mais especializados do que os de uma faculdade ou universidade norte-americana de ciências humanas. Ela estudou economia, política e filosofia.³

O pai de Stephen, Frank, era um jovem metódico, determinado, que passou a comandar um jornal diário com catorze anos e o manteve até o final de sua vida.⁴ Entrou em Oxford, antes de Isobel, para estudar ciências médicas, com especialização em medicina tropical. Quando a Segunda Guerra Mundial estourou, ele estava na África Oriental fazendo pesquisa de campo, e intrepidamente seguiu por terra para tomar um navio até a Inglaterra e voluntariar-se no serviço militar. Contudo, foi designado para pesquisa médica.

Isobel teve diversos empregos após graduar-se em Oxford, todos eles obtidos por meio de seu talento e credenciais de diplomada em universidade. Um deles foi como inspetora fiscal. Odiou tanto que acabou desistindo, enojada, e tornou-se secretária em um instituto médico em Hampstead. Foi lá que conheceu Frank Hawking. Casaram-se nos primeiros anos da guerra.

Em janeiro de 1942, os Hawking viviam em Highgate, norte de Londres. Na área de Londres, era muito rara uma noite sem ataques aéreos, e Frank e Isobel Hawking decidiram que ela devia ir para Oxford para dar à luz seu bebê em segurança. A Alemanha não estava bombardeando Oxford ou Cambridge, as duas grandes cidades universitárias inglesas, supostamente em troca de uma promessa britânica de não bombardear Heidelberg e Göttingen. Em Oxford, cidade que conhecia bem de seus dias universitários, Isobel passou a última semana da gravidez primeiro em um hotel e, depois, como o parto era cada vez mais iminente e o hotel mais agitado, no hospital, mas ainda conseguia sair para passear e preencher seu tempo. Em um desses dias de lazer invernal, entrou numa livraria e, com um cupom de livro, comprou um atlas astronômico. Mais tarde, consideraria profética aquela compra.⁵

Pouco tempo depois do nascimento de Stephen, em 8 de janeiro, seus pais o levaram de volta para Highgate. A residência deles sobreviveu à guerra, apesar de um foguete V-2 ter atingido uma casa bem próxima quando os Hawking estavam ausentes, estourando as janelas deles e deixando cacos de vidro na parede oposta que mais pareciam lanças minúsculas.⁶ Fora um bom momento para estar em outro lugar.

Após a guerra, a família morou em Highgate até 1950. A irmã de Stephen, Maria, nasceu lá

em 1943 (quando Stephen tinha menos de dois anos), e uma segunda filha, Philippa, chegou em 1946. A família adotaria mais um filho, Edward, em 1955, quando Stephen já era adolescente. Em Highgate, Stephen frequentou a Byron House School, cujos “métodos progressistas”, mais tarde, receberiam a culpa por ele não aprender a ler até sair de lá.

Quando Frank Hawking, começando a ser reconhecido como líder brilhante em seu campo de atuação, tornou-se chefe da Divisão de Parasitologia do Instituto Nacional de Pesquisas Médicas, a família mudou-se para St. Alban’s.

Excêntricos em St. Alban’s

Os Hawking eram uma família unida. A casa deles era repleta de bons livros e boa música, muitas vezes reverberando com as óperas de Richard Wagner em alto volume na vitrola. Frank e Isobel Hawking acreditavam piamente no valor da educação, boa parte dela ocorrendo em casa. Frank deu a seus filhos uma base, entre outras coisas, em astronomia e pesquisas, e Isobel frequentemente os levava aos museus em South Kensington, onde cada criança tinha um museu favorito – e nenhuma tinha o menor interesse no favorito das outras. Deixava Stephen no Museu de Ciências e Maria no Museu de História Natural, e então ia com Philippa – jovem demais para ser deixada sozinha – ao Victoria and Albert. Depois de um tempo, ia buscá-los.⁷

Em St. Alban’s, os Hawking eram considerados uma família muito inteligente e excêntrica. Sua paixão por livros transformava-se em hábitos de leitura tão compulsivos que os amigos de Stephen achavam estranho, e um pouco rude, que sua família se sentasse à mesa de jantar, sem falar nada, com o nariz enfiado em livros. São falsos os relatos de que o automóvel da família era um carro funerário usado. Durante muitos anos, os Hawking se locomoveram em uma sucessão de táxis usados, do tipo quadriculado preto de Londres. Isso os diferenciava não só devido à natureza do veículo, mas também porque, depois da guerra, não era muito fácil encontrar carros de nenhum tipo. Apenas famílias muito ricas os tinham. Frank Hawking instalou uma mesa na parte de trás do táxi, entre o assento comum e os bancos dobráveis, para que Stephen e seus irmãos pudessem jogar cartas e brincar. O carro e a mesa de jogos eram especialmente úteis quando iam para seu recanto favorito nos feriados, um *trailer* cigano e uma enorme tenda militar armada num campo em Osmington Mills, Dorset. O acampamento dos Hawking ficava a apenas alguns metros da praia. Era uma praia rochosa, e não de areia, mas uma parte interessante da costa – terra de contrabandistas em uma época passada.

Nos anos que se seguiram à guerra, não era raro famílias vivendo frugalmente, com poucos luxos, sem poderem pagar pela reforma de suas casas e, por generosidade ou restrição financeira, abrigando mais de duas gerações sob o mesmo teto. Mas os Hawking, apesar de sua residência em St. Alban’s ser maior do que muitos lares britânicos, levavam a frugalidade e a falta de manutenção ao extremo. Na casa de três andares, estranhamente organizada, Frank criava abelhas no porão, e a avó escocesa de Stephen morava no sótão, surgindo de vez em quando para tocar piano espetacularmente bem para danças folclóricas locais. A casa precisava urgentemente de consertos quando os Hawking se mudaram para lá, e assim permaneceu. De

acordo com o irmão mais novo adotado de Stephen, Edward, “era uma casa grande, escura... realmente bem assustadora, parecia um pesadelo”.⁸ O vidro com caixilhos de chumbo da porta da frente deve ter sido originalmente bonito, mas lhe faltavam pedaços. O salão central era iluminado apenas por uma única lâmpada, e seu papel de parede, um autêntico William Morris, tinha escurecido. Uma estufa atrás da varanda apodrecida perdia painéis sempre que ventava. Não havia aquecimento central, o carpete estava gasto, e as janelas quebradas não eram substituídas. Os livros, entulhados bem fundo em prateleiras por toda a casa, adicionavam uma pitada de isolamento. Frank Hawking não tolerava reclamações. Bastava vestir mais roupa no inverno, afirmava. O próprio Frank dificilmente ficava em casa, partindo em viagens de pesquisa pela África durante os meses mais frios. Mary, a irmã de Stephen, lembra-se de pensar em seus pais “como pássaros migratórios. Apareciam para o Natal e logo sumiam antes que os dias ficassem quentes”.⁹ Achava que os pais de suas amigas, que não desapareciam, eram “um tanto estranhos”.¹⁰

A casa permitia aventuras imaginativas. Stephen e Mary competiam para encontrar meios de entrar nela, alguns tão secretos que Mary nunca foi capaz de descobrir mais de dez dos onze pelos quais Stephen entrava. Como se uma casa assim não bastasse, Stephen tinha uma outra imaginária, em um lugar imaginário, que chamava de Drane. Aparentemente, ele não sabia onde isso ficava, apenas tinha ciência de que existia. Sua mãe ficou um pouco nervosa, tão determinado ele estava para pegar um ônibus e encontrar esse lugar, mas algum tempo depois, quando visitaram Kenwood House, em Hampstead Heath, ela o ouviu dizer que aquela era a casa que tinha visto em um sonho.¹¹

“Hawkinguês” era o nome que os amigos de Stephen deram ao “dialeto da família” Hawking. O próprio Frank Hawking era gago, e Stephen e seus irmãos falavam tão rapidamente em casa que também tropeçavam nas palavras e acabaram inventando uma estenografia verbal única.¹² Isso não evitou que Stephen fosse, de acordo com sua mãe, “absurdamente conversador”. Ele também era “muito imaginativo... adorava música e atuar em peças de teatro” e igualmente “bem preguiçoso”, mas “desde pequeno um autodidata... como um pedaço de mata-borrão, absorvendo tudo”.¹³ Parte dos motivos para sua falta de destaque na escola era que ele não se preocupava com coisas que já sabia ou que decidira não haver necessidade de conhecer.

Stephen tinha uma natureza bastante controladora, apesar de ser menor que a maioria de seus colegas. Era organizado e capaz de ajudar os outros a se organizar. Também era conhecido pelo bom humor. Os tapas que recebia dos meninos maiores não o incomodavam muito, mas ele tinha seus limites e podia, quando provocado, tornar-se feroz e assustador. Seu amigo Simon Humphrey era mais corpulento do que Stephen, mas a mãe de Simon lembra-se de ter sido Stephen, e não Simon, quem, em uma ocasião memorável, virou-se com os punhos cerrados para enfrentar agressores bem maiores que os provocavam. “Esse é o tipo de coisa que ele fazia – era uma criança diferenciada.”¹⁴

A primeira escola de Stephen, aos oito anos, em St. Alban’s, foi o High School for Girls (Colégio para Meninas), nome curioso, já que havia entre seus alunos crianças muito abaixo da idade “colegial” e sua Michael House admitia garotos. Jane Wilde, de sete anos, em uma turma pouco abaixo da de Stephen, notou o menino de “cabelo marrom-dourado despenteado” que se

sentava “encostado na parede na sala ao lado”,[15](#) mas não o conheceu naquela época. Alguns anos depois, ela se tornaria sua esposa.

Stephen frequentou aquela escola por apenas alguns meses, até que Frank precisou ficar na África mais do que o habitual e Isobel aceitou um convite para levar as crianças por quatro meses a Maiorca, na costa leste da Espanha. A agradável e bela Maiorca – residência da amiga de Isobel de seus tempos de Oxford, Beryl, e seu marido, o poeta Robert Graves – era um lugar encantador para passar o inverno. A educação não foi totalmente negligenciada, já que havia um tutor para Stephen e o filho dos Graves, William.[16](#)

De volta a St. Alban’s, após esse hiato idílico, Stephen passou um ano em Radlett, uma escola pública, e, em seguida, saiu-se muito bem em testes, qualificando-se para uma vaga na St. Alban’s School, mais seletiva, também uma escola pública, à sombra da catedral. Embora em seu primeiro ano em St. Alban’s não tenha conseguido mais do que a espantosa antepenúltima posição de sua turma, os professores começavam a perceber que ele era mais inteligente do que demonstrava em sala de aula. Seus amigos o apelidaram de “Einstein”, seja porque parecia mais inteligente do que eles, ou porque achassem que era excêntrico. Provavelmente ambos. Seu amigo Michael Church lembra que ele tinha uma espécie de “arrogância universal... um sentido universal do que significava o mundo”.[17](#)

“Einstein” logo subiu no *ranking*, até um nível mediano. Um ano, chegou a ganhar o prêmio de Teologia. Desde a mais tenra infância de Stephen, seu pai lia para ele histórias da Bíblia. “Era muito versado em assuntos religiosos”, contou Isobel a um entrevistador alguns anos depois.[18](#) A família, com frequência, realizava debates teológicos, trazendo argumentos animados a favor e contra a existência de Deus.

Sem se deixar abater por sua baixa colocação na turma, desde os oito ou nove anos, Stephen passou a considerar cada vez mais a ideia de se tornar um cientista. Era viciado em perguntar como as coisas funcionavam e em tentar descobrir as respostas. Parecia-lhe que na ciência era possível descobrir a verdade, não apenas sobre relógios e rádios, mas sobre tudo o que o rodeava. Seus pais planejaram que, aos treze anos, ele iria para a Westminster School. Frank Hawking achava que seu próprio desenvolvimento fora desacelerado devido à pobreza de seus pais e ao fato de ele não ter frequentado uma escola de prestígio. Outros, menos capazes, mas em posição social mais elevada, o haviam ultrapassado, ou assim ele sentia. Stephen merecia algo melhor.

Os Hawking não poderiam arcar com Westminster, a não ser que Stephen ganhasse uma bolsa. Infelizmente, nessa idade, ele sofria crises recorrentes de febre baixa, diagnosticada como febre glandular, que às vezes era grave o suficiente para mantê-lo em casa, de cama. Como o azar nunca vem aos poucos, na época do exame de bolsa ele esteve doente. As esperanças de Frank foram frustradas, e Stephen continuou na St. Alban’s School, mas ele acredita que sua formação lá foi pelo menos tão boa quanto a que teria recebido em Westminster.

Depois que os Hawking adotaram Edward, em 1955, Stephen deixou de ser o único filho homem. Ele aceitou seu irmão mais novo de bom grado. Devia ser, de acordo com Stephen, “bom para nós. Era uma criança um tanto difícil, mas era impossível não gostar dele”.[19](#)

Continuar na St. Alban’s School, em vez de seguir para Westminster, tinha uma vantagem singular: significava ser capaz de continuar ao lado de um pequeno grupo de amigos que

compartilhavam, com Stephen, interesses como a arriscada fabricação de fogos de artifício, na estufa em ruínas, e inventar jogos de tabuleiro de complexidade espantosa, e com quem saboreava longas discussões sobre uma ampla gama de assuntos. O jogo Risco, que criaram, envolvia estradas de ferro, fábricas, manufaturas e uma bolsa de valores, e levava-se dias para terminar uma partida. Um jogo feudal tinha dinastias e árvores genealógicas complicadas. De acordo com Michael Church, havia algo que intrigava Stephen em invocar esses mundos e definir as leis que os governavam.²⁰ O pai de John McClenahan permitia que seu filho e Stephen usassem sua oficina para construir aeromodelos e modelos de navios, e Stephen algum tempo depois observou que gostava de “construir modelos que pudesse controlar... Quando iniciei meu doutorado, essa necessidade foi ao encontro de minha pesquisa em cosmologia. Se uma pessoa entende como funciona o universo, ela pode, de certa forma, controlá-lo”.²¹ Até certo ponto, os modelos adultos que Hawking fez do universo estão para o universo “real” como seus modelos infantis de aviões e barcos estão para aviões e barcos reais. Propiciam uma sensação confortante e agradável de controle, ainda que, na verdade, não possibilitem nenhum controle.

Stephen tinha quinze anos quando descobriu que o universo estava em expansão. E isso o abalou. “Tinha certeza de que devia haver um engano”, diz. “Um universo estático parecia muito mais natural. Poderia ter existido e continuar a existir para sempre. Mas um universo em expansão se modificaria ao longo do tempo. Se continuasse a se expandir, acabaria ficando praticamente vazio.”²² Isso era perturbador.

Como muitos outros jovens de sua geração, Stephen e seus amigos ficaram fascinados com a percepção extrassensorial (PES). Tentavam prever o número que daria em um dado. Contudo, o interesse de Stephen transformou-se em repúdio quando assistiu a uma palestra, na Universidade de Duke, nos Estados Unidos, de uma pessoa que pesquisou estudos famosos de pes. O palestrante contou ao público que, sempre que os experimentos obtinham bons resultados, as técnicas da experiência eram falhas, e, sempre que as técnicas da experiência não eram falhas, não se obtinham bons resultados. Stephen concluiu que a pes era uma fraude. Seu ceticismo a respeito de alegações de fenômenos psíquicos não se alterou desde então. Em seu modo de ver, as pessoas que creem em tais alegações estão no mesmo nível que ele estava aos quinze anos.

Predecessores do “cosmos”

Talvez a melhor de todas as aventuras e conquistas do pequeno grupo – uma que chamou a atenção e recebeu a admiração de toda a cidade de St. Alban’s – foi construir um computador, a que chamaram de Luce (Logical Uniselector Computing Engine, Máquina Lógica Unisseletora de Computação). Montada com peças recicladas de relógios e outros itens mecânicos e elétricos, incluindo uma velha mesa telefônica, Luce era capaz de realizar funções matemáticas simples. Infelizmente, essa grande obra dos adolescentes não mais existe. O que restara dela foi jogado fora quando um novo chefe do departamento de informática de St. Alban’s teve um ataque de limpeza.²³

A versão mais avançada de Luce foi o produto dos últimos anos de Stephen e seus amigos antes da universidade. Tinham de tomar decisões difíceis a respeito de seu futuro. Frank Hawking encorajou seu filho a acompanhar seus passos e estudar medicina. A irmã de Stephen, Mary, faria isso, mas ele considerava a biologia muito imprecisa para seu gosto. Achava que biólogos observavam e descreviam coisas, mas não as explicavam em um nível fundamental. A biologia também envolvia desenhos detalhados, o que não era sua especialidade. Queria um assunto em que pudesse buscar respostas exatas e chegar à raiz das coisas. Se, à época, conhecesse a biologia molecular, talvez sua carreira tivesse seguido um rumo bem diferente. Aos catorze anos, particularmente inspirado por um professor chamado Tahta, decidiu que queria fazer “matemática, mais matemática, e física”.

O pai de Stephen insistia que isso não era razoável. Que empregos havia para matemáticos, além de dar aulas? Ademais, queria que Stephen frequentasse a mesma faculdade que ele, a University College, Oxford, e na “Univ” não se ensinava matemática. Stephen seguiu o conselho do pai e começou a se esforçar em química, física e apenas um pouco de matemática, preparando-se para entrar em Oxford. Inscrever-se-ia na Univ para estudar, principalmente, física e química.

Em 1959, no último ano antes de Stephen sair de casa para a universidade, sua mãe Isobel e os três filhos mais jovens acompanharam Frank numa excursão pela Índia para um projeto de pesquisa excepcionalmente demorado. Stephen permaneceu em St. Alban's, morando com a família de seu amigo Simon Humphrey. Continuou, grande parte do tempo, trabalhando para melhorar Luce, embora o dr. Humphrey o interrompesse regularmente para insistir que escrevesse cartas para sua família – algo que Stephen, não fosse a pressão, teria deixado de lado. Mas a principal obrigação daquele ano era estudar para os exames de bolsa, que ocorreriam em março. Era fundamental que Stephen se saísse muito bem nesses exames, para que houvesse uma possibilidade remota de Oxford aceitá-lo.

Estudantes com classificação abaixo da média da turma raramente entram em Oxford, a menos que alguém mexa uns pauzinhos nos bastidores. O desempenho medíocre de Stephen na escola deu bons motivos para Frank Hawking pensar em começar a mexer os pauzinhos. O diretor de St. Alban's também tinha suas dúvidas sobre as chances de Stephen ser aceito e ainda receber uma bolsa, e sugeriu que o garoto aguardasse mais um ano. Era jovem para se matricular numa universidade. Os outros dois meninos que pretendiam fazer os exames eram um ano mais velhos. No entanto, tanto o diretor como seu pai haviam subestimado a inteligência e o conhecimento de Stephen e sua capacidade de superar um desafio. Ele obteve nota quase máxima nas perguntas de física. Sua entrevista em Oxford com o mestre da University College e o professor de física, dr. Robert Berman, foi tão boa que não havia dúvidas de que seria aceito para estudar física e receberia uma bolsa. Um triunfante Stephen juntou-se a sua família na Índia para o final da estada.

Não é um homem cinza

Em outubro de 1959, aos dezessete anos, Hawking foi para Oxford cursar a universidade, a mesma de seu pai. “Univ” fica no centro de Oxford, na High Street. Fundada em 1249, é a mais velha de todas as faculdades que formam a Universidade. Stephen estudaria ciências naturais, com ênfase em física. Naquela época, passou a considerar a matemática não um assunto a ser estudado por si só, mas uma ferramenta para a física e para aprender como o universo se comporta. Algum tempo depois, se arrependeria por não ter se esforçado mais para se tornar mestre no uso dessa ferramenta.

A arquitetura de Oxford, assim como a de Cambridge, é uma miscelânea magnífica de todos os estilos que surgiram desde a Idade Média. Suas tradições intelectuais e sociais antecedem até mesmo os prédios e, assim como qualquer outra grande universidade, são uma mistura de brilhantismo intelectual autêntico, falsidade pretensiosa, tolices inocentes e decadência real. Para um jovem interessado em tudo isso, o novo ambiente de Stephen tinha muito a oferecer. Todavia, por mais ou menos um ano e meio, sentiu-se solitário e entediado. Muitos colegas de turma eram consideravelmente mais velhos do que ele, não apenas por ele ter adiantado seus exames de admissão, mas porque os outros fizeram um ano no serviço militar obrigatório. Não tinha muita vontade de aliviar seu fastio exercitando-se academicamente. Percebeu que podia sair-se melhor do que a maioria não estudando quase nada.

Ao contrário de sua reputação, as aulas de Oxford muitas vezes não são individuais, mas com dois ou três alunos por professor. Um jovem chamado Gordon Berry tornou-se parceiro de estudos de Hawking. Eram dois dos quatro alunos de física que entraram na Univ naquele período de São Miguel (outono) de 1959. Esse pequeno grupo de recém-chegados – Berry, Hawking, Richard Bryan e Derek Powney – passava a maior parte do tempo junto, um tanto isolado do restante da faculdade.

Só na metade do seu segundo ano Stephen começou a gostar de Oxford. Quando Robert Berman o descreve, é difícil acreditar que esteja falando do mesmo Stephen Hawking, que parecia tão comum alguns anos antes e tão entediado no ano anterior. “Ele, acho eu, esforçou-se positivamente para chegar ao mesmo nível inferior dos outros estudantes e enturmar-se. Quem não sabia de suas habilidades com física e de sua razoável capacidade matemática não saberia isso da boca dele... Ele era muito popular.”²⁴ Outras pessoas que se lembram de Stephen em seu segundo e terceiro ano em Oxford o descrevem como alguém vivo, dinâmico e adaptável. Usava cabelo comprido, era famoso por seu bom humor e gostava de música clássica e de ficção científica.

A atitude da maioria dos estudantes de Oxford naqueles dias, Hawking recorda, era “muito antitrabalho”: “Devia-se ou ser brilhante sem esforço, ou aceitar suas limitações e obter um diploma de quarta categoria. Trabalhar duro para obter um diploma de melhor nível era considerado a marca de um homem cinza, o pior epíteto do vocabulário de Oxford”. Seu espírito autônomo e independente e a atitude casual em relação aos estudos eram bem adequados. Em uma típica ocorrência, durante uma aula, depois de ler a solução que tinha desenvolvido, amassou o papel com desdém e jogou-o no cesto de lixo.

O currículo de física, pelo menos para alguém com as habilidades de Hawking, podia ser bem controlado sem ter de abandonar o ar blasé. Hawking descreveu-o como “ridiculamente fácil. Era

possível passar sem assistir a nenhuma palestra, só vendo uma ou duas aulas por semana. Não era preciso lembrar muitos fatos, apenas algumas equações”.²⁵ Podia-se também, ao que parece, passar sem ficar muito tempo fazendo experimentos no laboratório. Gordon e ele descobriam meios de usar atalhos para a obtenção de dados e, assim, falsificar pedaços das experiências. “Simplesmente não nos aplicávamos”, lembra-se Berry. “E Steve estava certo em não se aplicar.”²⁶

Derek Powney conta a história de uma ocasião em que os quatro receberam uma tarefa relacionada a eletricidade e magnetismo. Havia treze perguntas, e o professor deles, o dr. Berman, disse-lhes para solucionar o máximo que pudessem naquela mesma semana e entregassem as respostas na aula seguinte. Ao acabar a semana, Richard Bryan e Derek haviam conseguido solucionar um problema e meio; Gordon, apenas um. Stephen ainda não havia começado. No dia da aula, Stephen deixou de assistir a três palestras pela manhã para trabalhar nas perguntas, e seus amigos acharam que ele estava prestes a receber a devida punição. O cumprimento gélido de quando se juntou aos colegas, ao meio-dia, significava que conseguira resolver *apenas* dez. De início, acharam que estava brincando, até que perceberam que ele havia *de fato* solucionado dez. O comentário de Derek é que foi naquele momento que os amigos de Stephen reconheceram que “não estavam simplesmente em ruas diferentes, estavam em planetas diferentes”.²⁷ “Mesmo em Oxford, todos nós devíamos ser incrivelmente estúpidos para ele.”²⁸

Os colegas não eram os únicos que, de vez em quando, ficavam impressionados com sua inteligência. O dr. Berman e outros acadêmicos também começavam a reconhecer que Hawking tinha uma mente brilhante, “totalmente distinta da de seus colegas. Estudar física não era nem um pouco difícil para ele. Na verdade, não se esforçava muito, porque conseguia fazer tudo que fosse possível realizar. Bastava-lhe saber que algo poderia ser feito, para que ele o fizesse sem precisar ver como outras pessoas faziam. Não sei se ele tinha livros das disciplinas, mas não tinha muitos, e não tomava nota”.²⁹ “Não tenho a presunção de achar que algum dia lhe ensinei alguma coisa.”³⁰ Outro professor o considerava o tipo de aluno que prefere encontrar erros nos livros didáticos a resolver problemas.

O curso de física em Oxford era programado de maneira a dar a impressão de não haver urgência para se estudar. Era um curso de três anos, sem nenhuma prova antes do final do terceiro ano. Hawking calcula ter gasto uma média de uma hora por dia estudando: aproximadamente mil horas em três anos. “Não me orgulho dessa falta de esforço”, diz. “Estou apenas descrevendo minha atitude na época, que era semelhante à da maioria de meus colegas: uma atitude de total enfado e uma sensação de que não havia nada por que valesse a pena se esforçar. Uma consequência da minha doença foi mudar isso tudo: quando se encara a possibilidade de uma morte precoce, acaba-se percebendo que vale a pena viver e que há muitas coisas que se quer fazer.”

Uma boa explicação para a dramática mudança de humor na metade do segundo ano é que ele e Gordon Berry se inscreveram no Clube de Regatas. Os dois eram leves, magros, inteligentes e rápidos, com voz forte e autoritária, atributos que clubes de regatas universitários buscam em um timoneiro – a pessoa que se senta olhando para o outro lado, de frente para uma

fileira de quatro ou oito remadores, e direciona o barco com cabos ligados ao leme. Sua posição é definitivamente de controle, algo que atraía Hawking desde os modelos de barcos, aviões e universos – um homem franzino comandando oito musculosos.

Stephen esforçou-se mais no rio, remando e timoneando para a Univ, do que em seus estudos. Um modo de garantir-se entre os “populares” de Oxford era fazer parte do time de remo da faculdade. Se a atitude de total enfado e a sensação de que não havia nada por que valesse a pena se esforçar funcionassem em outros locais, isso era bem diferente no rio. Remadores, timoneiros e técnicos reuniam-se regularmente no cais, ao amanhecer, mesmo quando havia uma crosta de gelo sobre o rio, para realizar uma árdua ginástica calistênica e levar os barcos para a água. Essa impiedosa prática ocorria durante todo o ano, para cima e para baixo do rio, com os técnicos acompanhando de bicicleta pela margem, incitando os atletas. Em dias de corrida, os ânimos ficavam exaltados, e grupos de simpatizantes arruaceiros corriam ao lado do rio para acompanhar os barcos de sua faculdade. Havia dias de neblina em que os barcos apareciam e sumiam como fantasmas, e dias chuvosos em que os fundos dos barcos ficavam cheios de água. Os jantares do clube de regatas, de traje formal, no saguão da faculdade, iam até tarde e terminavam em guerras de guardanapos de linho ensopados de vinho.

E ainda havia uma sensação estupenda de bem-estar físico, camaradagem, esforço máximo e de viver a vida universitária em seu limite. Stephen tornou-se um integrante popular da equipe de remo. Na competição entre faculdades, saiu-se bem. Nunca fora bom em nenhum esporte antes, e isso foi uma mudança revigorante. O barqueiro da faculdade daquela época, Norman Dix, lembra dele como “um tipo aventureiro; nunca se sabia exatamente o que ele ia fazer”.³¹ Remos quebrados e barcos danificados não eram raros quando Stephen fazia curvas fechadas e tentava aproveitar oportunidades de manobras complicadas que outros timoneiros evitavam.

No fim do terceiro ano, contudo, os exames ficaram bem maiores do que qualquer barco de corrida. Hawking quase se apertou. Definira física teórica como sua especialidade. Isso significava optar entre duas áreas de graduação: cosmologia, o estudo das coisas grandes; ou partículas elementares, o estudo das coisas muito pequenas. Hawking escolheu cosmologia. “Parecia que cosmologia era mais divertido, porque realmente parecia responder à grande questão: de onde veio o universo?”³² Fred Hoyle, o astrônomo britânico mais famoso de sua época, estava em Cambridge. Stephen ficara particularmente empolgado com a ideia de trabalhar com Hoyle quando se inscreveu num curso de verão com um dos pós-graduandos mais destacados de Hoyle, Jayant Narlikar. Stephen matriculou-se para fazer pesquisa de doutorado em Cambridge e foi aceito sob a condição de obter um *First* em Oxford.*

Mil horas de estudo eram uma preparação escassa para conseguir isso. Porém, as provas de Oxford possibilitam que se escolham as perguntas e problemas que se quer responder. Stephen acreditava que poderia se sair bem se optasse por problemas de física teórica e evitasse perguntas que exigissem conhecimento de fatos. Conforme o dia dos exames se aproximava, sua confiança passou a vacilar. Preferiu, para evitar decepções, prestar concurso público e inscrever-se para trabalhar no Ministério do Trabalho.

Na noite anterior às provas de Oxford, Stephen ficou nervoso demais para dormir. E não foi bem. Realizaria os testes do concurso público na manhã seguinte, mas perdeu a hora e não os

fez. Assim, tudo dependia do resultado de Oxford.

Enquanto Stephen e seus amigos aguardavam, aflitos, as notas, apenas Gordon acreditava ter se saído bem nas provas – o suficiente para conseguir um *First*, acreditava. Gordon se enganou. Ele e Derek obtiveram um *Second*, e Richard, um decepcionante *Third*. Stephen acabou desastrosamente na fronteira entre um *First* e um *Second*.

Diante desse resultado-limite, os examinadores convocaram Hawking para uma entrevista pessoal, um “viva”. Perguntaram-lhe sobre seus planos. Apesar da tensão da situação, com seu futuro na balança, Stephen conseguiu fazer uma observação do tipo pelo qual era conhecido entre os amigos: “Se eu obtiver um *First*, devo ir para Cambridge. Se obtiver um *Second*, vou permanecer em Oxford. Por isso, espero que me deem um *First*.” E ele obteve o *First*. O dr. Berman disse, a respeito dos examinadores: “Eram inteligentes o suficiente para perceber que estavam falando com alguém muito mais inteligente do que a maioria deles”.³³

Apesar desse triunfo, nem tudo ia bem. As aventuras de Hawking como timoneiro, sua popularidade e sua ansiedade com as provas obscureceram um problema que ele começara a notar naquele ano e que não sumira. “Parecia que eu estava mais desengonçado, e cheguei a cair uma ou duas vezes sem nenhum motivo aparente”,³⁴ lembra-se. O problema até invadiu seu cotidiano tranquilo no rio quando começou a encontrar dificuldades para gingar (remar um barco individual). Em seu último período em Oxford, tropeçou na escada e caiu de cabeça. Seus colegas ficaram várias horas tentando ajudá-lo a superar uma perda temporária de memória de curto e longo prazo, insistindo para que fosse consultar um médico e certificar-se de que não havia nenhum dano grave e encorajando-o a fazer um teste de inteligência Mensa para provar, para eles e para si mesmo, que sua mente não fora afetada. Tudo parecia bem, mas eles não acreditavam muito que aquela queda fora um simples acidente.

Havia mesmo alguma coisa errada, ainda que não fosse consequência de seu tropeço... tampouco tinha a ver com sua mente. Naquele verão, numa viagem que ele e seu amigo fizeram para a Pérsia (atual Irã), ficou seriamente doente, provavelmente devido a uma indisposição estomacal ou a uma reação às vacinas necessárias para a viagem.³⁵ Foi uma jornada desgastante de diversas formas, mais desgastante ainda para sua família, que permanecera em casa. Perderam contato com ele por três semanas, período em que ocorreu um terremoto sério na região por onde viajava. Stephen, como ficaram sabendo depois, estava tão doente e viajando em um ônibus tão sacolejante que nem percebeu o abalo sísmico. Por fim, voltou para casa, exausto e adoentado. Durante algum tempo, especulou-se se uma vacina contra varíola não esterilizada, antes da viagem, não teria causado sua doença na Pérsia e também sua esclerose lateral amiotrófica (ela), mas esta tinha, na verdade, aparecido antes. Contudo, devido ao mal-estar persa e aos sintomas cada vez mais preocupantes que apresentava, Stephen chegou a Cambridge um pouco mais debilitado e fraco do que o jovem de vinte anos que estivera em Oxford na primavera anterior. Mudou-se para o Trinity Hall para o período de São Miguel (primeiro período letivo), no outono de 1962.

Durante o verão antes de Stephen partir para Cambridge, Jane Wilde o viu enquanto caminhava com amigos em St. Alban's. Era um “jovem com algo estranho, cabisbaixo, seu rosto protegido do mundo sob uma massa desgrenhada de cabelo castanho liso... imerso em seus

pensamentos, não olhando para nenhum lado... refestelando-se na direção oposta”.[36](#) Diana King, amiga de Jane, irmã de Basil King, amigo de Stephen, surpreendeu suas colegas ao contar-lhes que havia saído com ele. “É estranho, mas inteligente. Ele me levou ao teatro uma vez. E participa de marchas pedindo o banimento de bombas.”[37](#)

“A percepção de que eu tinha uma doença incurável, que provavelmente me mataria em alguns anos, foi um choque”

O primeiro ano de Hawking em Cambridge foi um enorme desastre. Fred Hoyle já tinha sua cota de alunos de pós-graduação, e, assim, Stephen foi indicado para Denis Sciama. Sciama era um nome menos conhecido no campo da física do que Hoyle – na verdade, Stephen nunca ouvira falar dele antes –, mas algumas pessoas o consideravam um bom orientador, que se importava muito com seus alunos. Também ficava mais tempo em Cambridge do que Hoyle, que era conhecido internacionalmente e passava muitos dias em observatórios em outras partes do mundo. Tanto Sciama quanto Hoyle eram favoráveis à teoria do “estado estacionário” do universo. Hoyle, Hermann Bondi e Tom Gold foram os pais dessa teoria.

A teoria do estado estacionário reconhecia a expansão do universo, mas, ao contrário da teoria do Big Bang, não exigia que o universo tivesse um início no tempo. A proposta era que o universo se expandia, com as galáxias se separando umas das outras, e que novas matérias preenchiam os espaços crescentes entre elas, acabando por formar novas estrelas e galáxias. A qualquer momento de sua história e no futuro, a aparência do universo é praticamente a mesma. A teoria do estado estacionário acabaria perdendo a disputa com a do Big Bang, mas por um tempo pareceu um concorrente incrivelmente viável.

Para alguém com o histórico relapso em matemática que Hawking tinha, a relatividade geral era difícil, e ele logo se arrependeu dolorosamente por ter permitido que seu pai o afastasse da matemática em Oxford. Sciama sugeriu que ele se detivesse em astrofísica, mas Stephen decidiu concentrar-se em relatividade geral e cosmologia. Esforçando-se o máximo que podia, empreendeu um programa rápido e árduo de estudo por conta própria. Na King’s College de Londres, Hermann Bondi havia iniciado um curso sobre relatividade geral. Stephen, junto a outros pós-graduandos de Cambridge, viajava para lá regularmente a fim de assistir a palestras.

Relatividade e cosmologia eram escolhas arriscadas, mesmo para aqueles suficientemente bem preparados em matemática. A comunidade científica via a cosmologia com certa suspeita e desdém. Como Hawking mais tarde lembraria: “A cosmologia costumava ser considerada uma pseudociência e a salvaguarda de físicos que até poderiam ter realizado um trabalho útil no início de sua vida, mas preferiram seguir um caminho místico nos anos senis”.¹ Era altamente especulativa, com poucos dados observados para restringir ou moldar a especulação.² O próprio Sciama, dois anos antes de Hawking conhecê-lo, escreveu que a cosmologia era “um assunto

altamente controverso, que contém nenhuma, ou pouquíssima, doutrina aceita”.³

Hawking tinha consciência dessas dificuldades, mas lhe era irresistível o desafio de trabalhar no limite e se aventurar por territórios inexplorados. Cosmologia e relatividade geral eram “campos negligenciados, que precisavam ser desenvolvidos naquela época. Ao contrário das partículas elementares, havia uma teoria bem definida, a teoria geral da relatividade de Einstein, que se acreditava ser difícil, quase impossível. As pessoas ficavam muito satisfeitas ao encontrar qualquer solução para as equações de campo [de Einstein]; nem perguntavam sobre a significância física que tinha, se é que tinha.”⁴

A teoria da relatividade geral de Einstein era de fato, como observou Hawking, uma teoria bem definida, em que a gravidade é explicada como a distorção do espaço-tempo, mas Sciama estava certo a respeito da cosmologia. Ainda havia uma dura batalha a respeito de que teoria poderia descrever corretamente a história do universo – a teoria do Big Bang ou a teoria do estado estacionário. Teria o universo um início ou não? No século XXI, é difícil acreditar que, quando Hawking chegou em Cambridge para estudar, em 1962, essa disputa ainda não tivesse sido definida.

O fato de Hawking não ter conseguido Hoyle como seu orientador e suas deficiências matemáticas eram empecilhos, mas algo bastante comum para um estudante de primeiro ano. Enquanto se esforçava para se atualizar a respeito da relatividade geral e encontrar um caminho pelo labirinto matemático necessário para compreendê-la, um problema muito mais incomum e cruel o surpreendia no outono de 1962, ameaçando tornar inútil todo esse esforço. O desconforto que sentiu durante seu terceiro ano em Oxford não parava de piorar. Naquele primeiro outono em Cambridge, tinha dificuldade para amarrar seus sapatos e, às vezes, até para falar. Sua fala tornou-se ininteligível, de maneira que aqueles que o viam pela primeira vez acreditavam que Hawking tinha um leve defeito na fala.

Quando retornou para St. Alban’s no Natal, depois do primeiro período em Cambridge, os problemas físicos de Stephen estavam óbvios demais para serem escondidos de seus pais. Frank Hawking levou seu filho para o médico da família, o qual lhes indicou um especialista. Marcaram uma consulta para depois das festas de fim de ano.

Pouco depois de seu 21º aniversário, em janeiro, Hawking não retornou a Cambridge para cursar o período de Quaresma, indo ao Hospital St. Bartholomew’s, em Londres, para fazer exames. Talvez o que tenha deixado a situação um pouco menos amedrontadora foi que sua irmã Mary, preparando-se para seguir os passos do pai em medicina, estava em residência no Bart’s. Stephen recusou o leito privativo do hospital em que seus pais queriam colocá-lo, em razão dos seus “princípios socialistas”. No hospital, especialistas pegaram uma amostra no músculo de seu braço, fiaram eletrodos nele e injetaram fluido rádio-opaco em sua coluna – a fim de observar, com raios X, o líquido subindo e descendo, enquanto inclinavam a cama em que estava deitado. Depois de duas semanas, foi liberado, e disseram-lhe que não se tratava de um “caso típico” e que não era esclerose múltipla. Os médicos sugeriram que voltasse para Cambridge e seguisse com seu trabalho. “Entendi”, recorda Hawking, “que eles imaginavam que continuaria piorando e que não havia nada que pudessem fazer, a não ser me dar vitaminas. Era visível que não esperavam que tivessem muito efeito. Não senti vontade de pedir mais detalhes, porque

obviamente não eram nada agradáveis.”

Isobel Hawking não percebeu imediatamente a gravidade da doença de seu filho, até que, quando estavam esquiando no gelo, o rapaz caiu e não conseguiu se levantar. Quando, enfim, conseguiram sair do rinque, ela o carregou até um café e o forçou a contar sobre as dificuldades físicas que estava enfrentando e o que os médicos haviam dito. Ela insistiu em falar pessoalmente com o médico dele e recebeu as notícias devastadoras.⁵

Hawking tinha contraído uma doença rara, para a qual não há cura conhecida, esclerose lateral amiotrófica (ela), conhecida na Grã-Bretanha como doença neuromotora e, nos Estados Unidos, como doença de Lou Gehrig. Ela causa uma desintegração gradual das células nervosas da medula espinhal e do cérebro, que regulam a atividade muscular voluntária. Os primeiros sintomas, em geral, são fraqueza e contração das mãos e, algumas vezes, fala confusa e dificuldade de engolir. Conforme as células nervosas vão se desintegrando, os músculos controlados por elas acabam se atrofiando. Por fim, isso acontece com todos os músculos voluntários do corpo. Torna-se impossível movimentar-se. A fala e outras habilidades de comunicação se perdem. Apesar de Hawking não ser o único paciente que sobreviveu por muitas décadas, a morte quase sempre ocorre em dois ou três anos, em consequência de pneumonia ou sufocamento, quando os músculos respiratórios deixam de funcionar. A doença não afeta os músculos involuntários do coração, os músculos da excreção ou os órgãos sexuais, e o cérebro permanece totalmente lúcido até o final. Para alguns, isso parece uma vantagem; para outros, um horror. Pacientes nos estágios finais da doença frequentemente recebem morfina, não para dor – que não existe –, mas para enfrentar o pânico e a depressão.

Para Hawking, tudo havia mudado. Com seu típico controle, descreve como reagiu: “A percepção de que eu tinha uma doença incurável, que provavelmente me mataria dentro de alguns anos, foi um choque. Como era possível que algo assim acontecesse a mim? Por que eu tinha de morrer dessa forma? Contudo, enquanto estive no hospital, vi um garoto, que mal conheci, morrer de leucemia na cama em frente à minha. Não foi uma imagem bonita. Claramente havia pessoas em situação pior do que a minha. Pelo menos, minha doença não me deixava enjoado. Sempre que começava a me lamentar, lembrava-me daquele garoto”.

No entanto, de início, Hawking caiu em uma depressão profunda. Não sabia o que teria de fazer, o que iria lhe acontecer, qual seria a velocidade da doença ou como ficaria. Os médicos lhe disseram para seguir em frente com o doutorado, mas isso também já não estava indo tão bem. E essa situação o deprimia tanto quanto a doença. Parecia sem sentido tentar continuar trabalhando em um doutorado cujo título não viveria para receber, parecia apenas uma ferramenta idiota para manter sua mente ocupada enquanto seu corpo morria. Hibernou miseravelmente nos dormitórios do Trinity Hall, mas insiste: “Artigos de revistas que afirmam que bebi muito nessa época estão exagerando. Na verdade, assumi uma personalidade mais dramática. Passei a escutar Wagner”.

“Meus sonhos à época eram um tanto perturbados”, recorda. “Antes de minha doença ser diagnosticada, sentia um tédio enorme em relação à vida. Não parecia haver nada que valesse a pena fazer. Mas, assim que saí do hospital, sonhei que ia ser executado. Logo percebi que havia um monte de coisas úteis que eu podia fazer, caso minha sentença fosse suspensa por um tempo.

Outro sonho que tive várias vezes era que eu sacrificaria minha vida para salvar a de outros. Afinal de contas, já que ia morrer mesmo, podia pelo menos fazer algo de bom.”

Frank Hawking usou de toda a influência que seu status de médico lhe propiciou. Entrou em contato com especialistas em quase todas as doenças que tivessem alguma relação com a de Stephen, mas tudo foi em vão. Os médicos de Hawking esperavam que sua condição ficasse estável, mas a doença progredia rapidamente. Logo informaram que ele, de fato, tinha apenas mais ou menos dois anos de vida. Nesse momento, seu pai apelou a Denis Sciama para que ajudasse Stephen a adiantar a entrega de sua dissertação. Sciama, ciente do potencial de Hawking e não querendo permitir uma qualidade inferior no trabalho, mesmo que estivesse morrendo, rejeitou o pedido.

Dois anos se passaram. O avanço da doença desacelerou. “Não morri. Na verdade, apesar de haver uma nuvem sobre meu futuro, percebi, para minha surpresa, que estava curtindo mais a vida do que antes.” Tinha de usar uma bengala, mas sua condição não era tão ruim. Paralisia total e morte, apesar de ainda serem uma certeza não tão distante, foram adiados. Sciama sugeriu que, já que ele ia viver um pouco mais, poderia muito bem terminar a tese. A execução de Hawking foi suspensa, de modo precário e temporário, mas a vida era preciosa e cheia de coisas que valiam a pena.

Em janeiro de 1963, pouco antes de Hawking ser internado no hospital para exames, Basil King e sua irmã Diana fizeram a festa de Ano-Novo no St. Alban’s. Lá, Hawking conheceu a amiga de Diana, Jane Wilde,⁶ que estava se formando no Saint Alban’s High School e fora aceita para o curso de letras, no outono seguinte, da Westfield College, na Universidade de Londres. Jane descreveu Stephen ao vê-lo naquela festa: “de aparência frágil, encostado na parede, num canto, contra a luz, gesticulando com seus dedos longos enquanto falava – o cabelo caindo sobre o rosto, por cima dos óculos – e vestindo uma jaqueta de veludo preto carcomida e uma gravata-borboleta de veludo vermelho”.⁶ Enfeitando um pouco a história de sua vida em Oxford (a prova oral que, por fim, lhe deu seu *First*), ele divertiu a ela e a um amigo de Oxford; contando que teve de persuadir os examinadores a lhe darem um *First* e permitirem que fosse a Cambridge oferecendo-lhes a oportunidade de enviá-lo, como um cavalo de Troia, para a universidade rival.⁷ Para Jane, esse graduando descabelado parecia incrivelmente inteligente, excêntrico e um tanto arrogante. Mas era interessante, e ela gostou de seu humor autozombeteiro. Ele contou que estudava cosmologia; ela não sabia o que isso significava.

Stephen e Jane trocaram endereços na festa, e alguns dias depois Jane recebeu um convite para uma festa de aniversário – o 21º dele – em 8 de janeiro. A festa foi a primeira experiência de Jane na excêntrica residência dos Hawking, no número 14 da Hillside Road, St. Alban’s. Apesar de a maioria dos familiares serem rostos conhecidos de St. Alban’s, sentiu-se dolorosamente pouco sofisticada entre eles e passou a maior parte da noite num canto próximo da lareira, tentando se manter aquecida na gélida casa, com o irmão mais jovem de Stephen, Edward, no colo. A noite também não foi perfeita para Stephen. Estava ficando impossível esconder seus problemas físicos. Naquela noite, teve dificuldades para servir as bebidas.

Mais ou menos um mês depois, Jane escutou Diana King e uma amiga comentando que Stephen fora diagnosticado com “uma doença terrível, paralisante, incurável... parecida com

esclerose múltipla, mas não é esclerose múltipla, e afirmam que é bem provável que tenha apenas mais alguns anos de vida”.[8](#) O irmão de Diana, Basil, fora fazer-lhe uma visita no hospital.

Foi uma surpresa quando Jane encontrou Stephen, uma semana depois, na plataforma da estação de trem de St. Alban’s, com a mesma aparência de antes, mas vestido de modo mais convencional e com um corte de cabelo mais adequado. Os dois aguardavam o trem para Londres. No caminho, sentaram-se lado a lado e conversaram. Quando Jane comentou que sentia muito pela internação dele, Stephen franziu o cenho e não disse nada.[9](#) Jane mudou de assunto. Ele a convidou para irem ao teatro em algum final de semana quando retornasse de Cambridge. Ela aceitou.

O primeiro encontro deles foi para jantar e assistir a uma peça em Londres. A noite foi tão cara que, quando embarcaram no ônibus de volta para a estação de trem, Stephen percebeu que estava sem dinheiro. Naquela época, não havia caixas eletrônicos. Depois de propiciar à jovem um primeiro encontro verdadeiramente esbanjador, precisou pedir-lhe que pagasse a passagem de ônibus. Ela vasculhou a bolsa, mas descobriu que sua carteira não estava lá, e assim iniciaram sua primeira aventura juntos.

Pulando do ônibus antes que o cobrador viesse atrás deles, Jane e Stephen retornaram para o teatro Old Vic, sombrio e fechado, e descobriram uma porta para o palco. A carteira de Jane estava sob o assento onde ela havia se sentado, e tudo parecia estar dando certo, até que as luzes se apagaram por completo. Stephen pegou sua mão, e foram tateando de volta para o palco, atravessaram-no em total escuridão e saíram pela mesma porta pela qual entraram. Jane foi conduzida com segurança por Stephen, “admirando-o em silêncio”.[10](#)

Stephen definitivamente não era do tipo pizza e cinema, pois o convite seguinte foi para o Baile de Maio do Trinity Hall. Jantar e teatro em Londres e um Baile de Maio em Cambridge certamente estavam entre os encontros mais esplêndidos para se conquistar uma garota.

Em junho,[11](#) quando Stephen chegou para levar Jane para Cambridge, a deterioração de suas condições físicas a chocou. Ela ficou se perguntando se aquela “figura frágil, franzina e claudicante que parecia precisar do volante para se erguer e conseguir enxergar pelo parabrisa”[12](#) era capaz de dirigir até Cambridge. Os perigos da viagem, contudo, originaram-se não da deficiência de Stephen, mas da imprudência e da velocidade de sua condução. Chegaram, e Jane jurou para si mesma que, para retornar, pegaria o trem e nunca mais repetiria aquela experiência.[13](#)

Embora Trinity Hall seja pequena em comparação a outras faculdades de Cambridge, como Trinity e St. John’s, seu Baile de Maio mostrou ser um dos melhores, uma experiência mágica. Os gramados e canteiros caindo sobre o riacho e as campinas dos fundos estavam romanticamente iluminados, e todos, em trajes formais, pareciam incrivelmente mais bem-vestidos do que o normal. Havia música adequada para todos os gostos, em diferentes partes da faculdade. Um quarteto de cordas em uma sala elegantemente adornada. Um cabaré no saguão. Uma banda de jazz. Uma banda de metais jamaicana. Servia-se champanhe de uma banheira, e havia um bufê abundante. As festividades seguiram até o amanhecer e o café da manhã, e o dia seguinte incluía uma regata no rio. Jane, de início, ficou perplexa, mas logo se impressionou com

a habilidade dos amigos de Hawking de discutir ferozmente com ele sobre um assunto intelectual e, logo em seguida, tratá-lo com extraordinária gentileza e carinho, devido a sua enfraquecida condição física. Quando acabou, Stephen, para desgosto de Jane, não quis nem saber de permitir que ela pegasse o trem de volta; ia levá-la de carro de qualquer jeito. Jane chegou tão perturbada e enjoada que saiu do carro, deixou-o sozinho na calçada e entrou cambaleando em casa. Por insistência de sua mãe, reapareceu para convidá-lo para um chá. Apesar dos encontros extravagantes, aquilo ainda não era um romance, embora Hawking a considerasse “uma garota muito legal”,¹⁴ e foi mais ou menos nessa época que Derek Powney ficou encucado com o interesse repentino de seu velho amigo pelas elegias de John Donne, alguns dos poemas de amor mais bonitos e explícitos jamais escritos.¹⁵

Depois de ver Stephen em mais algumas ocasiões, ao lado dos pais dele e dela, Jane foi passar férias na Espanha, uma exigência para o diploma de letras na Westfield College. Quando retornou, Stephen havia saído para Cambridge mais uma vez, e Jane logo se mudou para Londres a fim de iniciar seus estudos. Foi só em novembro que voltaram a se falar. Ele viria para Londres, para uma consulta odontológica, e a convidou para visitarem a Coleção Wallace (uma famosa exposição de arte, mobiliário, porcelana, armas e armaduras), jantar e assistir à ópera de Wagner *O holandês voador*. Nesse encontro, Stephen tropeçou e caiu no meio da Lower Regent Street. Jane o ajudou a se levantar e notou que, ao mesmo tempo que seu caminhar ficava cada vez mais oscilante, suas opiniões ficavam mais fortes e mais desafiadoras. Nessa ocasião, pouco depois do assassinato do presidente norte-americano Kennedy, expressou sua discordância a respeito da maneira como o presidente lidou com a Crise dos Mísseis Cubanos.¹⁶

Naquele inverno, Stephen foi com frequência para Londres a fim de participar de seminários e consultas odontológicas, e parecia ter um grande estoque de ingressos para a ópera. Jane também viajou bastante para Cambridge, a fim de vê-lo nos fins de semana. Nessa época, ela definitivamente estava “apaixonada por Stephen e seu senso de humor perverso. A luz de seus olhos era magnética”,¹⁷ mas recusava um relacionamento de curto prazo com ele. Infelizmente, curto prazo era tudo que ele podia oferecer, e os fins de semana que passavam juntos não eram felizes. Jane, muitas vezes, voltava para Londres com lágrimas nos olhos.

Um problema era que, ainda que Stephen fosse volúvel a respeito de quase tudo, ele não se dispunha a falar sobre sua doença ou compartilhar seus sentimentos a respeito. Embora isso incomodasse Jane de vez em quando, ela não o pressionava. Foi só depois que percebeu que haviam estabelecido um precedente de falta de comunicação que os atrapalharia bastante mais tarde.¹⁸ Certo dia, no fim do inverno, encontraram-se depois de uma consulta de Stephen na Harley Street.* Quando ela perguntou aonde fora, “ele fez uma careta” e disse-lhe que o médico havia falado “para não se preocupar em retornar, pois não havia nada que pudesse fazer”.¹⁹ Fim de conversa.

O primeiro ano de Jane em Westfield foi um período de questionamento espiritual. Não seria difícil ser convencida a adotar o agnosticismo, ou até mesmo o ateísmo, por aquele jovem carismático, intelectualmente brilhante, ao lado de quem ela ainda se sentia uma jovem desajeitada. Mas Jane manteve a fé em Deus, impregnada nela desde a infância por sua mãe, e também a crença de que mesmo um desastre pode revelar algo bom. Concluiu que teria de “ter a

fé necessária para nós dois, caso quiséssemos enfrentar aquele triste problema”.²⁰ Stephen, ainda que nunca falasse sobre sua fé, admirava a energia e o otimismo dela, e aos poucos começou a se contagiar com isso.

Nem tudo era uma curva ascendente. Apesar da proximidade de Stephen e Jane no inverno, quando Jane passou um período na Espanha, na primavera de 1964, as cartas que enviara a Stephen não foram respondidas. Durante uma breve estada em St. Alban’s, antes de partir novamente para um verão excursionando pela Europa com sua família, Jane encontrou Stephen deprimido e esbanjando cinismo, escutando Wagner no último volume, não se preocupando nem um pouco em esconder seu senso de fracasso e frustração e, aparentemente, determinado a fazer o possível para se distanciar de Jane. Como mais tarde ela contaria a um entrevistador, “ele estava realmente num estado patético. Acho que tinha perdido a vontade de viver. Estava muito confuso”.²¹ Ficaram distantes a maior parte das férias de verão. Stephen foi com sua irmã Philippa para Bayreuth para assistir ao Ciclo dos *Anéis* de Wagner, e, de lá, seguiu numa jornada por trás da Cortina de Ferro, até Praga.

Quase no fim de sua viagem familiar pela Europa, Jane encontrou um cartão-postal de Stephen aguardando-a em Veneza. Já ficou maravilhada por recebê-lo, mas, além disso, era animado e informativo. A foto era de um castelo-fortaleza em Salzburgo, na Áustria, e Stephen falava sobre o Festival de Salzburgo, Bayreuth e Praga. Com o cartão em mãos, bem seguro, Jane visitou Veneza num clima romântico, quase incapaz de conter seu desejo de retornar para a Inglaterra e para Stephen.

Quando Jane retornou para St. Alban’s, encontrou Stephen em humor muito melhor do que no início do verão, apesar de ter perdido os dentes da frente numa queda em um trem na Alemanha – uma pena, ainda mais depois de todo o trabalho odontológico que o levara até Londres. Sua condição física parecia estável. Não tinha mais vergonha de olhar para a frente.

Numa tarde chuvosa de outono em Cambridge, no início do período de São Miguel, Stephen pediu Jane em casamento, que aceitou. “Queria achar um propósito em minha existência”, diz ela, “e acho que encontrei na ideia de cuidar dele. Estávamos apaixonados, nos casamos, não havia muito o que escolher. Apenas decidi o que ia fazer, e fiz.”²² Acabaram se dando conta de que, “juntos, podíamos fazer nossas vidas valer a pena”.²³

Para Stephen, o casamento fez “toda a diferença. O casamento mudou minha vida. Deu-me um motivo para viver. Deu-me determinação para viver. Sem a ajuda que Jane me deu, não teria conseguido seguir em frente nem teria tido vontade de fazê-lo”.

O pai de Jane deu seu consentimento para o casamento, sob a condição de que ela se formasse na faculdade e que não houvesse cobranças absurdas sobre sua filha. Frank Hawking sugeriu que, devido à curta expectativa de vida de seu filho, eles tivessem filhos o mais rápido possível. Como médico, garantiu a ela que a doença de Stephen não era hereditária.²⁴

Um obstáculo ao casamento tinha de ser resolvido imediatamente. A Westfield College não permitia que seus formandos se casassem. Uma exceção foi feita, já que o futuro marido de Jane talvez não vivesse até o dia do casamento caso este fosse adiado. Jane foi, contudo, obrigada a sair do dormitório para uma acomodação particular em Londres. Era lá que ela passaria a semana, retornando para Cambridge e Stephen nos fins de semana.²⁵ Stephen também precisou

sair do dormitório e encontrar um novo alojamento.

A leveza natural de Hawking havia retornado. Ele descobriu uma maneira engenhosa de telefonar para Londres pagando apenas o custo de uma ligação local para Cambridge, e, em longos telefonemas, “a doença assumia proporções de uma pequena irritação sem importância, enquanto conversávamos sobre oportunidades de trabalho, casa, acertos para o casamento e nossa primeira viagem para os Estados Unidos... que faríamos dez dias após o casamento”.²⁶ Hawking, enfim, obtinha progresso em seus estudos. Passou a se considerar uma pessoa de muita sorte por sua doença não afetar sua mente, ainda que paralisasse seu corpo. O trabalho de física teórica era quase totalmente realizado apenas com a mente. Era uma das poucas carreiras que poderia ter escolhido em que suas deficiências físicas não seriam um problema sério.

Essa atitude parece corajosa, mas Stephen Hawking tem vergonha de ser descrito dessa forma. Teria sido um ato de coragem, exigindo uma tremenda força de vontade, escolher um curso tão difícil de maneira deliberada, mas não foi o que aconteceu. Ele simplesmente fez a única coisa que podia. Como ele mesmo diz: “Deve-se ter a maturidade de perceber que a vida não é justa. Tudo que se pode fazer é se esforçar ao máximo na situação possível”.²⁷ É verdade que, em 1964, e ainda hoje, para ele, quanto menos importância se dá a seus problemas físicos, melhor. Se este livro pretendesse falar sobre seu trabalho científico e, em nenhum momento, mencionasse que obter tais conquistas possivelmente fosse mais incrível para alguém como ele do que para a maioria das pessoas, isso lhe agradaria demais. Uma das coisas mais importantes que se pode aprender a respeito de Hawking é a irrelevância de sua deficiência. Não é adequado considerá-lo uma pessoa doente. A saúde envolve muito mais coisas do que condição física, e nesse sentido mais amplo, na maior parte de sua vida, foi uma das pessoas mais saudáveis que jamais conheci. Essa mensagem fica bem visível em seus escritos e na maioria das coisas que escreveram sobre ele, e é ainda mais aparente quando se está a seu lado. Essa é a imagem que Hawking transmite, e, apesar de devermos levar bem a sério seu alerta de que “não se deve acreditar em tudo que se lê”, não é uma imagem falsa.

Enquanto isso, o casamento não poderia acontecer até que ele arrumasse um emprego, e nenhum emprego era possível antes de terminar o doutorado. E, assim, começou a procurar uma ideia com a qual pudesse finalizar sua tese.

Desafiando o futuro

Embora a vida de Hawking tenha ficado tumultuada depois do diagnóstico no inverno de 1963, nada, nem sua condição física deteriorada, tampouco sua preocupação crescente com Jane Wilde, eclipsou seu interesse por cosmologia. Seu laboratório no Departamento de Matemática Aplicada e Física Teórica ficava ao lado do de Jayant Narlikar, a quem Hawking conhecera num curso de verão antes de ir para Cambridge. Narlikar era um dos alunos de Hoyle, com quem trabalhava estudando possíveis modificações na teoria da relatividade geral que pudessem reconciliar o modelo do estado estacionário com as observações recentes que o colocavam em dúvida. Esse desafio atizou a curiosidade de Hawking.

Em junho de 1964, antes da publicação do trabalho de Hoyle em parceria com Narlikar, Hoyle fez uma palestra a respeito na Royal Society. Hawking viajou até Londres para assisti-la. Quando abriram para perguntas da plateia, Hawking ergueu-se, com a ajuda da bengala, e desafiou um dos resultados apresentados por Hoyle. O professor, estupefato, perguntou como Hawking podia julgar se o resultado estava certo ou errado. Hawking respondeu que havia “solucionado o problema”. Sem saber que Hawking e Narlikar haviam discutido os resultados muitas vezes e que Hawking realizara alguns cálculos por conta própria, Hoyle e a plateia presumiram que aquele pesquisador desconhecido havia “solucionado o problema” de cabeça, bem ali na palestra. As pessoas ficaram impressionadas; Hoyle ficou furioso. Surpreendentemente, Hawking parece não ter perdido a amizade com Narlikar. De toda forma, sua reputação de brilhantismo e ousadia havia se iniciado, e também seu interesse por cálculos e especulações passou a ter relação com o universo em expansão.

Hawking estudou a teoria do matemático e físico britânico Roger Penrose sobre o que acontece quando uma estrela não tem combustível nuclear para queimar e entra em colapso sob a força de sua própria gravidade. Penrose, aproveitando-se de trabalhos anteriores de físicos como Subrahmanyan Chandrasekhar e John Wheeler, afirmava que, mesmo que o colapso não fosse perfeitamente suave e simétrico, a estrela seria, de qualquer modo, esmagada até um ponto minúsculo de densidade e curvatura infinitas do espaço-tempo, uma singularidade no coração de um buraco negro.

Hawking partiu desse ponto invertendo a direção do tempo, imaginando um ponto de densidade infinita e curvatura infinita do espaço-tempo – uma singularidade – explodindo e se expandindo. Imagine, era sua sugestão, que o universo começou assim. Imagine que o espaço-tempo, todo encaracolado em um espaço minúsculo, sem dimensão, explodiu, no que chamamos de Big Bang, e se expandiu até ter a aparência que tem hoje. Poderia ter acontecido desse jeito? Será que deve ter acontecido dessa maneira?

Com essas perguntas, Hawking iniciou a aventura intelectual que empreendeu por mais de 45 anos. Como ele diz: “Comecei a trabalhar duro pela primeira vez em minha vida. Para minha surpresa, descobri que gostava. Talvez não seja muito justo chamar isso de trabalho”.

1965

No inverno de 1965, Hawking se inscreveu para uma bolsa de pesquisa na Gonville and Caius College, em Cambridge. Jane voltou de Londres, onde ainda moraria até terminar seus estudos na Westfield College, para passarem o fim de semana, e Hawking observou que “esperava que Jane datilografasse minha inscrição, mas ela estava com o braço engessado, por tê-lo quebrado. Tenho de admitir que fui menos simpático do que deveria ter sido. Contudo, era o braço esquerdo dela, o que lhe permitia anotar os dados que eu ditasse, mas acabei arrumando outra pessoa para datilografar”.

O braço de Jane não foi o pior empecilho que encontrou para se inscrever para a bolsa da Caius. Pediram-lhe que indicasse duas pessoas como referência. Denis Sciama sugeriu Hermann

Bondi. Stephen havia assistido a palestras de Bondi no curso de relatividade geral, na King's College de Londres, mas não o conhecia bem. “Eu o havia encontrado algumas vezes, e ele comentara um artigo que escrevi para a Royal Society. Solicitei-lhe [que fizesse a indicação], depois de uma palestra que proferiu em Cambridge. Ele olhou para mim de maneira vaga e disse que sim, que faria. Obviamente, não se lembrava de mim, pois, quando a College escreveu-lhe para confirmar a indicação, ele disse que nunca ouvira falar de mim.” Isso deveria ter arruinado as chances de Hawking. Talvez nos dias de hoje isso acontecesse, com tanta gente se inscrevendo para bolsas de pesquisa, mas ele era sortudo. “Era uma época mais calma. A College me escreveu para relatar a resposta embaraçosa que recebera. Meu orientador foi até Bondi e refrescou sua memória. Bondi, então, escreveu uma carta de referência que provavelmente era mais do que eu merecia. De qualquer forma, consegui uma bolsa.”

Outro impulso para a carreira profissional de Stephen na primavera de 1965 foi um “prêmio de louvor” na Competição pela Gravidade, uma premiação financiada pela iniciativa privada. Talvez pudesse ter recebido mais do que um “louvor” se não tivesse perdido a data para inscrição, mas, com o casamento se aproximando, cem libras eram bem-vindas.²⁸ Naquela mesma primavera, em uma conferência internacional sobre relatividade geral e gravitação em Londres – o primeiro evento do tipo do qual participou –, Stephen conheceu Kip Thorne, do Instituto de Tecnologia da Califórnia. Thorne já era doutor por Princeton e ficou profundamente impressionado com a maneira como aquele jovem, que andava de bengala, parecendo um tanto frágil e falando com uma leve hesitação, aproveitava as técnicas introduzidas na relatividade geral por Roger Penrose e as adaptava para investigar a estrutura e a história do universo. A conversa que tiveram num salão de chá, durante a conferência, foi o início de uma amizade para toda a vida. Thorne é um dos poucos amigos, talvez o único, com quem Hawking travou discussões francas e prosaicas sobre suas sombrias expectativas a respeito do futuro.

Em 14 de julho de 1965, Stephen Hawking e Jane Wilde se casaram em uma cerimônia civil, e no dia seguinte ocorreu o religioso, na capela do Trinity Hall.

A física teórica é cheia de paradoxos. Nada mais adequado que um dos grandes físicos teóricos de nossos tempos ser um homem cujo entusiasmo pela vida tenha sido enfraquecido por uma tragédia que poderia tê-lo destruído, deixando-o amargurado, e que seu sucesso meteórico como cientista tenha começado com a necessidade prática de encontrar uma tese que o ajudasse a arranjar um emprego e casar-se. Com muita simplicidade, Hawking descreveu: “Apesar de Wagner, a autoimagem do herói trágico e os sonhos; um ano, talvez mais, de depressão... e então estava mais feliz do que antes”.

“A grande pergunta era: houve ou não um início?”

Depois do casamento e uma breve lua de mel em Suffolk, que era o máximo que podiam pagar, Stephen e Jane Hawking atravessaram o Atlântico, para os Estados Unidos, a fim de assistir a um curso de verão sobre relatividade geral na Universidade Cornell, no norte do Estado de Nova York. O curso foi mais uma oportunidade para Hawking encontrar figurões em seu segmento. Entretanto, ele se lembra da experiência como “um erro”. “Isso causou uma enorme tensão em nosso casamento, principalmente por termos ficado em um dormitório cheio de casais com crianças pequenas e barulhentas.”¹

Numa noite de verão em Cornell, conversando com amigos ao ar livre – gelado naquela região, apesar da época do ano –, Hawking teve uma crise de falta de ar. Ele sabia que tais episódios eram previsíveis, mas, como definitivamente se recusava a discutir seus problemas com Jane, ela não esperava por aquilo e não sabia o que fazer para ajudá-lo. Por fim, ele fez um sinal para que sua esposa lhe desse um soco nas costas. Isso resolveu imediatamente o problema, mas a experiência deixou Jane abalada e bem mais ciente do que teriam de enfrentar no futuro. “A natureza demoníaca da doença anunciara sua presença.”²

Em outubro, Hawking, com 23 anos, começou sua bolsa na Caius. Jane Hawking tinha ainda mais um ano para se formar pela Universidade de Londres. Como planejado, Hawking ia se virar sozinho durante a semana, e nos fins de semana ela viria encontrá-lo. Como ele não podia andar ou pedalar uma grande distância, o alojamento em Cambridge tinha de ser próximo do departamento. Antes de ir para os Estados Unidos, haviam se inscrito para um apartamento que estava sendo construído no centro comercial. Ninguém lhes contou que aqueles apartamentos, na verdade, eram propriedade da faculdade de Hawking, o que talvez desse alguma vantagem à sua inscrição. Mas, no final, não importava muito, já que os apartamentos não ficaram prontos para morar naquele período.

O tesoureiro da Caius informou Stephen que a política da faculdade era não ajudar egressos de Cambridge a encontrar alojamento. Mas, abrاندando um pouco, ofereceu a Stephen e Jane um quarto num albergue de estudantes e cobrou-lhes o dobro, porque seriam duas pessoas morando nos fins de semana. E então, três dias depois de se mudarem para o albergue, descobriram uma casinha que estaria disponível por três meses na Little St. Mary’s Lane – em um grupo de casebres pitorescos que ficam de um lado da alameda, de frente para a Igreja Little St. Mary e seu pátio ajardinado. A casa ficava a apenas cem metros das novas dependências do Departamento de Matemática Aplicada e Física Teórica (DAMTP), na Silver Street, onde Stephen

compartilhava uma sala com outro jovem físico, Brandon Carter. Ele conseguia caminhar aquela distância e adquirira um pequeno carro de três rodas para quando precisasse ir ao Instituto de Astronomia, na região rural próxima à cidade. Ainda naquele outono, quando o primeiro aluguel de três meses aproximava-se do fim, os Hawking ficaram sabendo que havia outra casa na mesma alameda que estava desocupada. Um vizinho prestativo localizou a proprietária em Dorset e a repreendeu por ter uma casa desocupada enquanto havia um jovem casal sem ter onde morar. A proprietária concordou em alugar.

Os ataques de falta de ar tornaram-se mais frequentes. A irmã de Stephen, Mary, que ainda estudava medicina na Universidade de Londres, sugeriu que uma região mais quente e mais seca talvez fosse melhor para ele. Motivado em parte por esse conselho, em dezembro e ao final do período de São Miguel, os Hawking aproveitaram uma oportunidade para cruzar o oceano pela segunda vez. Stephen participou de uma conferência sobre astrofísica em Miami, e de lá seguiram para Austin, Texas, onde passaram uma semana com Georgi Ellis, seu colega de faculdade, e a esposa deste. Retornaram para a Inglaterra a tempo de passar o Natal e mudaram-se para sua segunda residência, mais permanente, na Little St. Mary's Lane.

Stephen e Jane continuaram descumprindo prazos naquele primeiro ano de casamento. Hawking ainda estava um tanto ciente de sua falta de base matemática. Por ser, como sua mãe dissera, um “autoprofessor”, decidiu utilizar um consagrado método, que aprendera ainda como graduando, de aumentar o conhecimento sobre algum assunto ao mesmo tempo que se ganha dinheiro: se quiser aprender sobre um tema, dê aulas disso. Assim, além de trabalhar em sua tese de doutorado, ele trabalhou como monitor no curso de matemática para graduação na faculdade.³ Jane conseguiu administrar sua labuta semanal: obteve seu diploma, mudando-se de uma casa para outra, e datilografou a tese de doutorado de seu marido.

Comemoraram a entrega da tese de Stephen em março de 1966, e havia ainda mais a ser celebrado. Hawking inscrevera um ensaio, “Singularidades e a geometria do espaço-tempo”, na competição pelo prestigiado Prêmio Adams, outorgado pela St. John's College, de Cambridge, cujo nome é uma homenagem a John Couch Adams, codescobridor do planeta Netuno. O vencedor precisava ser um jovem pesquisador residente na Grã-Bretanha, e o trabalho precisava ter calibre internacional. O artigo de Hawking ganhou, juntamente com o trabalho de Roger Penrose. Denis Sciama, orgulhoso, contou a Jane que, em sua opinião, Stephen podia ter uma carreira do nível da de Isaac Newton.⁴ Apesar de suas dificuldades físicas e de um futuro incerto, aqueles foram dias tranquilos: “Cambridge, nos anos 1960, era um lugar muito empolgante para trabalhar. Sentíamos que tudo era possível, e na verdade boa parte era mesmo”.⁵

Naquela primavera, Jane Hawking, com o objetivo manter certa identidade intelectual e um propósito para si mesma, decidiu continuar sua formação e iniciou um doutorado na Universidade de Londres. O tema de sua tese era um levantamento crítico de textos espanhóis medievais já publicados. Esse tema permitiu-lhe fazer pesquisas em bibliotecas, em vez de precisar ir atrás das fontes primárias. Mesmo assim, decidir obter um diploma de doutorado foi um passo em falso, já que Stephen exigia cada vez mais cuidados, e foi mais ou menos nessa época que os Hawking decidiram ampliar a família. No outono de 1966, quando Jane ficou grávida pela primeira vez, os dedos de Stephen começaram a se dobrar, e escrever à mão ficou

quase impossível para ele. Num ato extraordinário, pelo que Sciama foi responsável, o Instituto de Física resolveu financiar duas sessões semanais de terapia física em casa para ele.⁶

O primeiro filho dos Hawking, Robert, nasceu em 28 de maio de 1967. Fazia quatro anos que os médicos tinham dito a Stephen que ele só viveria mais dois anos. Ainda conseguia andar, e já era pai. Como recorda Jane, “ser responsável por aquela criatura minúscula obviamente deu a Stephen uma nova motivação”.⁷

Robert ainda era criança quando seus pais o levaram para os Estados Unidos, na primeira visita que fizeram à costa oeste. Hawking assistiu a um curso de verão, de sete semanas, em Seattle, Washington. Depois, ficaram mais uma quinzena na Universidade da Califórnia em Berkeley. Ele estava aproveitando a reputação de “calibre internacional” que o ajudara a ganhar o Prêmio Adams. Finalizaram a viagem atravessando o continente para passar um tempo com John McClenahan, amigo de infância de Hawking (aquele que apostava que ele nunca conseguiria fazer nada na vida), e Mary, a irmã de Stephen, que agora era médica no leste dos Estados Unidos. Depois de quase quatro meses na América, Stephen, Jane e seu bebê voltaram para Cambridge, em outubro, a tempo para o período de São Miguel. A Caius College renovara a bolsa de Stephen por mais dois anos.

As pessoas que viram Stephen Hawking no DAMTP, da metade da década de 1960 para a frente, lembram-se dele caminhando pelos corredores com uma bengala, encostado na parede e parecendo ter um defeito na fala. Mais do que isso, lembram-se de sua ousadia em sessões onde estavam presentes alguns dos cientistas mais importantes do mundo. A reputação que se iniciara quando ele desafiou Fred Hoyle em 1964 estava sendo regularmente reforçada. Enquanto outros jovens pesquisadores mantinham um silêncio reverente, Hawking corajosamente fazia perguntas inesperadas e sagazes e claramente sabia sobre o que estava falando. Começaram os comentários sobre “um gênio”, “um novo Einstein”. Apesar da inteligência e da popularidade de Hawking, essa reputação e seus problemas físicos o distanciavam de algumas pessoas no departamento. Um conhecido me disse: “Ele era sempre muito amigável, mas, ao mesmo tempo, algumas pessoas sentiam vergonha de convidá-lo para uma cerveja com a turma no bar”. Não é de estranhar que Hawking sentisse que era preciso evitar que as pessoas o considerassem “algo como mais ou menos do que simplesmente humano”.⁸

No final dos anos 1960, a condição física de Hawking voltou a se deteriorar. Estava difícil para ele se mover, mesmo com andadores. Era uma batalha campal contra a perda da independência. Um visitante lembra-se de vê-lo gastar quinze minutos para subir a escada até sua cama, com o andador, resolvido a não aceitar ajuda. Sua resolução por vezes parecia teimosia. Hawking recusava fazer concessões para sua doença, ainda que essas “concessões” fossem ações práticas para facilitar as coisas para ele e torná-lo menos embaraçoso para outras pessoas. Era a sua batalha. Queria lutar à sua maneira. E sua maneira era considerar qualquer concessão uma perda, uma admissão de derrota, e queria resistir o máximo possível. “Algumas pessoas chamavam aquilo de determinação, outras, de obstinação”, diz Jane Hawking. “Eu usava as duas palavras, dependendo do momento. Acho que era aquilo que lhe dava forças.”⁹ John Boslough, que escreveu um livro sobre Hawking no início dos anos 1980, o chamou de “o homem mais duro que jamais conheci”.¹⁰ Mesmo resfriado ou gripado, Hawking raramente perdia um

dia de trabalho. Ao mesmo tempo, já que Hawking não aceitava fazer concessões para sua doença, Jane Hawking aprendeu a não fazer concessões para ele. Essa era a maneira *dela* de lutar e parte de sua campanha para manter a vida dele a mais simples possível.

Boslough também descreveu Hawking como um “homem gentil, sagaz”, que rapidamente nos fazia esquecer seus problemas físicos. Essa sagacidade “gentil” diminuía todas as tolices e pretensões. A habilidade de Hawking de minimizar a si mesmo, seus problemas e até a ciência de que tanto gostava era impressionante. Também permitia que outros gostassem dele, e na maior parte do tempo eclipsava a sensação de “desigualdade”. Para alguns, tornou-se, no departamento, o colega mais divertido. Hawking parecia estar seguindo, sem provavelmente nunca tê-lo lido, o conselho que a mãe de Louisa May Alcott dava para sua família em períodos de sofrimento devastador: “Esperança e mantenha-se ocupado”.

O futuro de Hawking era mais ameaçado por seus problemas de comunicação do que por sua paralisia. Sua fala ficava cada vez mais ininteligível e incerta, a ponto de a Caius College e a Universidade terem de enfrentar o fato de ele não poder dar palestras. Sua bolsa de pesquisa estava prestes a terminar novamente, em 1969. Mais uma vez, Denis Sciama resolveu tudo, agora com ajuda de Hermann Bondi. Espalhou-se um rumor – ninguém sabe quem começou, e talvez fosse verdade – que a King’s College, logo ali na mesma rua, ia oferecer a Hawking uma Bolsa de Pesquisa Sênior. A Caius encontrou uma forma de mantê-lo – um contrato de seis anos para uma “Bolsa de Distinção em Ciência”, especialmente criada para o caso. Hawking estava se tornando um físico importante. Era valioso demais para ser perdido.

Resolvido isso, a ciência de Hawking podia continuar a ocupar sua mente muito mais do que bengalas, andadores e escadas. A paixão quase obsessiva pelo trabalho indicava o tom de sua vida. No final dos anos 1960, descobria como era o universo e como ele, talvez, tivesse se iniciado – o que descreve como participando do “jogo do universo”. A fim de compreender o trabalho em que estava imerso, precisamos voltar 35 anos.

O jogo do universo

Hoje, temos como certo que vivemos em uma galáxia espiral em forma de disco – a Via Láctea –, uma de muitas galáxias parecidas do universo, com imenso espaço entre elas. No início do século XX, nem todos aceitavam essa imagem. Foi o astrônomo norte-americano Edwin Hubble quem, nos anos 1920, mostrou que havia, de fato, muitas galáxias além da nossa. Havia algum padrão no movimento dessas galáxias? Hubble provou que sim, com uma das descobertas mais revolucionárias do século: as galáxias distantes, que estão se afastando de nós. O universo está em expansão.

Hubble descobriu que, quanto mais distante estiver uma galáxia, mais rapidamente ela está se afastando de nós: duas vezes mais distante, duas vezes mais rápida. Observamos algumas galáxias extremamente distantes, recuando a até dois terços da velocidade da luz. Isso significa que todas as estrelas do universo estão se afastando de nós? Não. Nossos vizinhos próximos estão circulando, alguns se aproximando, outros se afastando. É entre os aglomerados de galáxias que

o espaço está se expandindo. A maneira mais proveitosa de imaginar a expansão do universo não é como coisas fugindo uma da outra, mas como o espaço entre elas inchando. Trata-se de uma simplificação exagerada, mas imagine uma fatia de pão de centeio crescendo no forno. Conforme a massa cresce, os grãos se afastam. “Duas vezes mais distante, duas vezes mais rápida” funciona tanto com centeio como com as galáxias.

Se as galáxias estão se afastando de nós e umas das outras, então, a não ser que algo tenha mudado drasticamente em algum ponto, elas costumavam estar muito mais próximas. Será que, em algum momento do passado, elas não estariam todas exatamente no mesmo lugar? Toda a enormidade de matéria existente no universo embolada num único ponto infinitamente denso?

Essa não é a única história possível de um universo em expansão. Talvez, em algum momento, tivesse havido um universo parecido com o nosso, e nesse universo todas as suas galáxias estivessem se aproximando muito, como se em curso de colisão. Mas galáxias e estrelas, assim como átomos e partículas, apresentam outro movimento além daquele que as atrai diretamente uma para a outra. Por exemplo, planetas orbitam estrelas. O resultado nesse universo pode ter sido que, em vez de se reunirem em um ponto de densidade infinita, as galáxias, ou as partículas que as formaram, não se encontraram, passaram umas pelas outras, e o universo se expandiu novamente, até que assumisse a forma que tem hoje. Poderia ter sido assim? De que maneira isso aconteceu? Essas eram perguntas que Hawking começou a considerar em sua tese de doutorado. “A grande pergunta era”, comenta Hawking, “houve ou não um início?”[11](#)

Sua busca por uma resposta começara, como mencionamos no capítulo 4, com uma ideia introduzida por Roger Penrose em 1965. A teoria de Penrose dizia respeito à forma como algumas estrelas terminavam – algo que três anos depois receberia, de John Archibald Wheeler, o espetacular nome “buraco negro”. Esse conceito combinava o que conhecemos sobre a força da gravidade com o que a relatividade geral nos diz a respeito do comportamento da luz. Kip Thorne, um amigo de Hawking, mais tarde lembraria o período entre 1965 e 1980 como a “era dourada da pesquisa sobre o buraco negro; Stephen era uma figura dominante no enorme progresso obtido.”[12](#)

O que sabemos sobre gravidade e luz?

A gravidade é a mais conhecida das quatro forças. Todos aprendemos cedo na vida que a força da gravidade é a culpada por seu sorvete cair no carpete ou por você cair de um balanço. Se lhe for pedido para adivinhar se a gravidade é uma força muito fraca ou muito forte, é possível que responda “incrivelmente forte”. Você estaria enganado. É de longe a mais fraca das quatro forças. A gravidade mais evidente em nosso cotidiano é a do pesadíssimo planeta em que vivemos, a gravidade combinada de cada partícula que o compõe. A contribuição de cada partícula individualmente é infinitesimal. São necessários instrumentos sensíveis para detectar a débil atração gravitacional entre objetos pequenos e comuns. Entretanto, como a gravidade sempre atrai, nunca repele, ela tem a capacidade de adicionar.

O físico John Wheeler gostava de pensar a gravidade como uma espécie de sistema democrático universal. Toda partícula tem direito a um voto, que pode afetar todas as outras partículas do universo. Quando as partículas se juntam e votam em bloco (em uma estrela, por exemplo, ou em nossa Terra), elas são mais influentes. A fraquíssima atração gravitacional de cada partícula em corpos grandes como a Terra compõe uma força significativa: um bloco votante influente.

Quanto maior for o número de partículas formando um corpo, mais massa tem aquele corpo. Massa não é o mesmo que tamanho. Massa é a medida da quantidade de matéria existente em um objeto, a quantidade de votos em um bloco votante (não importando a densidade ou o espaçamento com que a matéria é agrupada) e a resistência do objeto a qualquer tentativa de alterar sua velocidade ou direção.

Sir Isaac Newton, professor lucasiano de matemática em Cambridge nos anos 1600, a mesma posição que Hawking ocupa hoje, descobriu leis que explicam o funcionamento da gravidade em circunstâncias mais ou menos normais. De acordo com Newton, os corpos não estão “parados” no universo. Não ficam imóveis até que surja alguma força e os puxe ou empurre e, então, “esgotados”, parem novamente. Pelo contrário, um corpo mantido totalmente intacto continua a se mover em linha reta, sem alterar a velocidade. É melhor pensar em todas as coisas do universo como em movimento. Podemos medir nossa velocidade ou direção em relação a outros objetos do universo, mas não podemos medi-las em relação à imobilidade absoluta ou qualquer coisa semelhante a norte, sul, leste, oeste, em cima ou embaixo absolutos.

Por exemplo, se nossa Lua estivesse sozinha no espaço, ela não ficaria parada, mas, em vez disso, se moveria em linha reta sem alterar a velocidade. (Logicamente, se estivesse realmente sozinha, não haveria como dizer que estaria fazendo isso, já que não teria algo com o que comparar seu movimento.) Mas a Lua não está mesmo sozinha. Uma força chamada gravidade age sobre ela, alterando sua velocidade e direção. De onde vem essa força? Vem de um bloco votante vizinho de partículas (um objeto com muita massa) conhecido como Terra. A Lua resiste às alterações. Tenta continuar se movendo em linha reta. Sua capacidade de resistir depende da quantidade de votos dentro *dela*, de sua massa. Enquanto isso, a gravidade da Lua também afeta a Terra. A consequência mais evidente são as marés.

A teoria de Newton nos diz que a quantidade de massa de um corpo afeta a força de atração da gravidade entre ele e um outro corpo. Se outros fatores permanecerem iguais, quanto maior a massa, maior é a atração. Se a Terra tivesse o dobro de sua massa atual, a atração da gravidade entre a Terra e a Lua seria o dobro da atual. Qualquer alteração na massa da Terra ou da Lua mudaria a força de atração gravitacional entre elas. Newton também descobriu que, quanto mais distantes estão os corpos, mais fraca é a atração entre eles. Se a Lua estivesse duas vezes mais distante da Terra do que atualmente, a atração da gravidade entre a Terra e a Lua seria apenas um quarto do que é. A teoria de Newton é normalmente assim definida: os corpos se atraem com uma força que é proporcional a sua massa e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

A teoria da gravidade de Newton foi extremamente bem-sucedida. Demorou mais de duzentos anos para ser melhorada. Nós ainda a usamos, embora saibamos que contém falhas em

algumas circunstâncias, como quando as forças gravitacionais tornam-se incrivelmente fortes (próximo de um buraco negro, por exemplo) ou quando corpos estão se movendo perto da velocidade da luz.

Albert Einstein, no início do século XX, encontrou um problema na teoria de Newton. Se a força da gravidade entre dois objetos tem relação com a distância entre eles, caso alguém pegasse o Sol e o afastasse da Terra, a força da gravidade entre a Terra e o Sol seria instantaneamente alterada. Isso é possível?

A teoria da relatividade restrita de Einstein reconhecia que a velocidade da luz tem sempre o mesmo valor, não importando onde se esteja no universo ou como se esteja movendo, e que nada pode se mover mais rapidamente do que na velocidade da luz. A luz do Sol leva aproximadamente oito minutos para chegar à Terra. Sempre vemos o Sol da forma como ele estava oito minutos atrás. Assim, afaste o Sol da Terra; por oito minutos, a Terra não descobrirá que isso aconteceu nem sentirá qualquer efeito da alteração. Por oito minutos, continuaremos orbitando como se o Sol não tivesse se movido. Em outras palavras, o efeito da gravidade de um corpo sobre outro não pode ser instantaneamente alterado, pois ela não pode se mover mais rapidamente do que a velocidade da luz. A informação sobre a distância do Sol não pode se mover instantaneamente pelo espaço. Não pode se mover mais rapidamente do que a cerca de trezentos mil quilômetros por segundo.

É óbvio que, quando falamos sobre coisas se movendo em nosso universo, não é nada realista falar apenas em três dimensões de espaço. Se nenhuma informação pode viajar mais rapidamente do que a velocidade da luz, as coisas lá fora, a distâncias astronômicas simplesmente não existem para nós, ou entre elas, sem um fator tempo. Descrever o universo em três dimensões é tão inadequado quanto descrever um cubo em duas. Em vez disso, temos de reconhecer a dimensão tempo, admitir que na verdade há quatro dimensões, e falar de espaço-tempo.

Einstein ficou vários anos desenvolvendo uma teoria da gravidade que se adequasse ao que ele havia descoberto sobre luz e movimento próximo da velocidade da luz. Em 1915, introduziu sua teoria da relatividade geral, obrigando-nos a pensar na gravidade não como uma força atuando entre corpos, mas em termos de forma, de curvatura, do próprio espaço-tempo quadrimensional. Na relatividade geral, gravidade é a geometria do universo.

Bryce DeWitt, da Universidade de Texas, sugeriu que deveríamos começar a pensar nessa curvatura imaginando alguém que acredita que a Terra é plana tentando desenhar uma grade sobre o planeta:

O resultado pode ser visto de um avião, em um dia limpo, sobre as áreas cultivadas das Grandes Planícies. A terra é subdividida em estradas leste-oeste e norte-sul, em seções de uma milha quadrada. As estradas leste-oeste em geral se estendem em linhas contínuas por muitas milhas, mas o mesmo não acontece com as norte-sul. Seguindo uma estrada para o norte, encontram-se curvas para o leste ou para oeste de tempos em tempos. As curvas são forçadas pela curvatura da Terra. Se fossem eliminadas, as estradas se amontoariam, criando seções de menos de uma milha quadrada. No caso tridimensional, pode-se imaginar a construção de um andaime gigantesco no espaço utilizando-se varetas retas de mesmo comprimento, unidas em ângulos de precisamente 90 e 180 graus. Se o espaço fosse plano, a construção do andaime ocorreria sem dificuldade. Como o espaço é curvo, com o tempo seria preciso encurtar ou alongar as varetas para que se encaixem.^{[13](#)}

De acordo com Einstein, a curvatura é causada pela presença de massa ou energia. Todo corpo com massa contribui para a curvatura do espaço-tempo. As coisas que se movem “em linha reta” no universo são forçadas a seguir trajetórias curvas. Imagine uma cama elástica (figura 5.1). Em seu centro, há uma bola de boliche, que causa uma depressão na placa de borracha. Tente rolar uma bola de golfe em linha reta, perto da bola de boliche. A bolinha de golfe certamente mudará um pouco de direção quando passar pela depressão causada pela bola de boliche. Provavelmente acontecerá ainda mais: pode até descrever uma elipse e voltar rolando em sua direção. Algo semelhante ocorre quando a Lua tenta continuar em linha reta atrás da Terra. A Terra deforma o espaço-tempo da mesma maneira que a bola de boliche deforma a placa de borracha. A órbita da Lua é a coisa mais próxima de uma linha reta no espaço-tempo deformado.

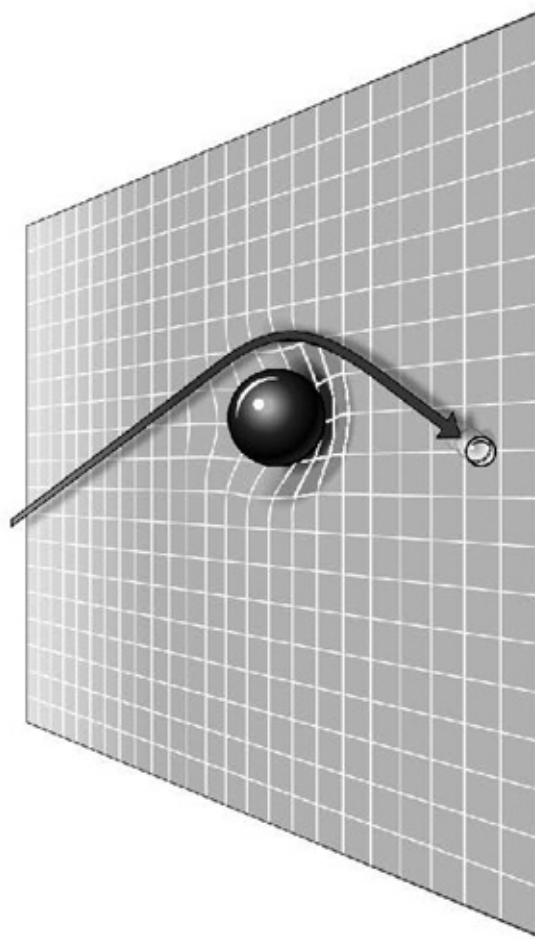


Fig. 5.1 Um bola de boliche verga a folha de papel sobre a qual é colocada. Se tentarem rolar ao lado uma bola menor, a trajetória realizada por esta última sofrerá um desvio ao encontrar a depressão provocada pela bola maior. De forma análoga, a massa curva o espaço-tempo: as trajetórias realizadas pelos objetos no espaço-tempo sofrem um desvio quando encontram a depressão causada por um objeto de massa maior.

Deve-se notar que Einstein descrevia o mesmo fenômeno que Newton descreveu. Para Einstein, um objeto com massa deforma o espaço-tempo. Para Newton, um objeto emite uma força. A consequência, em ambos os casos, é uma mudança de direção de um segundo objeto. Segundo a teoria da relatividade geral, “campo gravitacional” e “curvatura” são a mesma coisa.

Se forem calculadas as órbitas planetárias em nosso sistema solar usando-se as teorias de Newton e depois se fizer o mesmo usando-se as de Einstein, obtêm-se precisamente as mesmas órbitas, com exceção de Mercúrio. Como esse é o planeta mais próximo do Sol, ele é mais afetado do que os outros pela força de gravidade daquela estrela. A teoria de Einstein prevê um resultado dessa proximidade um pouco diferente daquele previsto pela teoria de Newton. Observações indicam que a órbita de Mercúrio se ajusta mais bem à previsão de Einstein do que à de Newton.

A teoria de Einstein prevê que outras coisas além de luas e planetas são afetadas pela deformação do espaço-tempo. Fótons (partículas de luz) precisam viajar por um caminho deformado. Se um raio de luz está viajando a partir de uma estrela distante e seu caminho o leva para um ponto próximo de nosso Sol, a deformação do espaço-tempo próximo ao Sol faz com que o caminho se curve um pouco na direção deste, assim como o caminho da bolinha de golfe se curva na direção da bola de boliche em nosso modelo. Talvez o caminho da luz se curve de maneira que a luz acabe batendo na Terra. Nosso Sol é muito brilhante para que vejamos tal luz estelar, exceto durante um eclipse solar. Se a vemos e não percebemos que o Sol está curvando o caminho da luz da estrela, teremos uma percepção errada sobre a direção de onde vem o raio de luz e a posição real daquela estrela no céu (figura 5.2). Os astrônomos aproveitam bem esse efeito. Eles calculam a massa de objetos no espaço medindo o quanto eles deformam a luz de

estrelas distantes. Quanto maior a massa do “deformador”, maior a deformação.

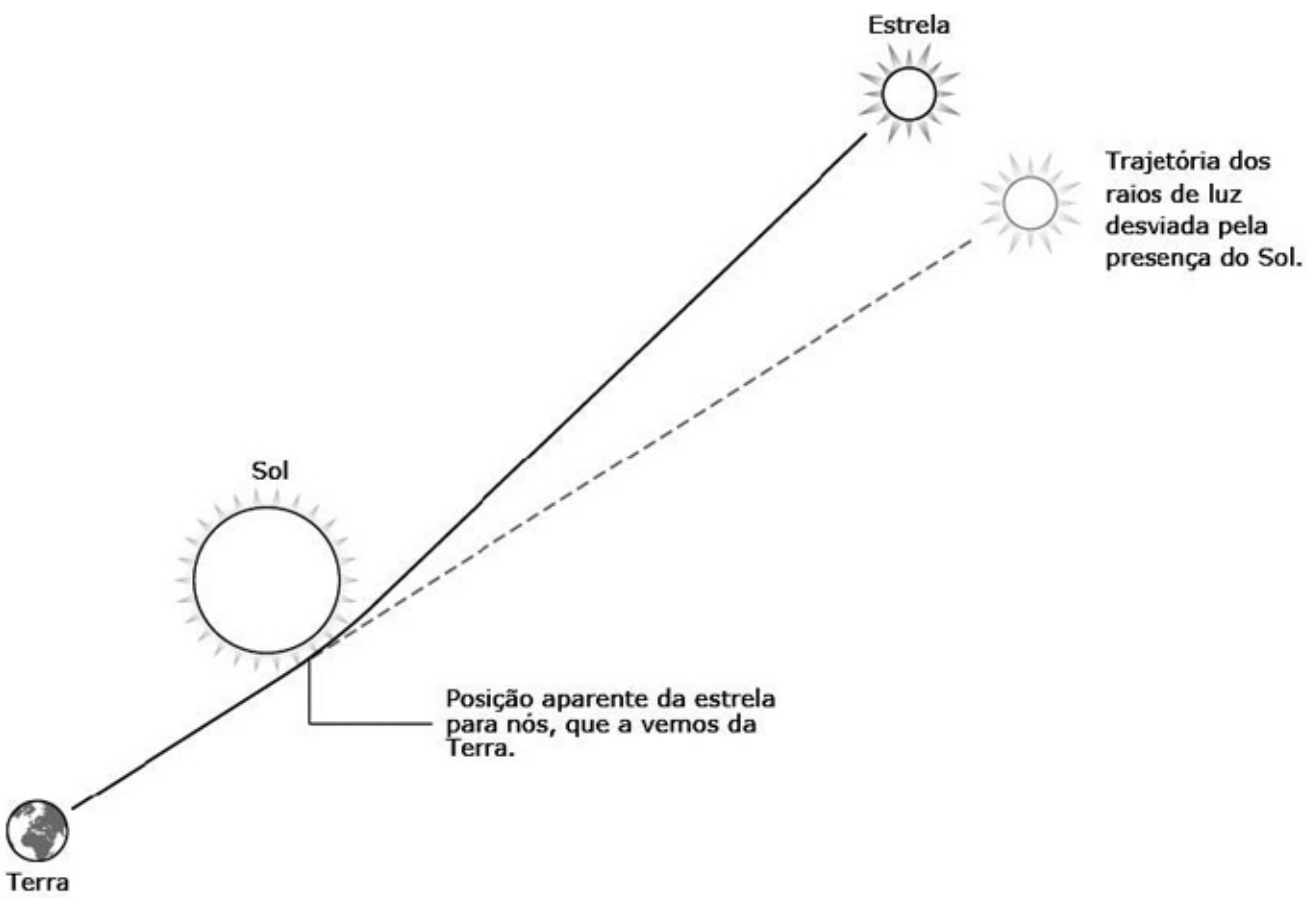


Fig. 5.2 Visto que a massa provoca uma curvatura no espaço-tempo, a trajetória dos raios luminosos provenientes de uma estrela remota sofre um desvio ao passar ao lado de um corpo de grande massa como o Sol. Observem a diferença entre a posição da estrela como é vista da Terra e a sua real posição.

Até então falamos sobre força da gravidade em relação ao que observamos em grande escala. Ou seja, logicamente, na escala em que a gravidade se torna evidente – em estrelas, galáxias, até mesmo no universo como um todo –, e essa é a escala com que Hawking estava lidando no final dos anos 1960. Contudo, o leitor deve se lembrar de que, como foi dito no capítulo 2, a gravidade também pode ser analisada em relação ao que é muito pequeno, no nível quântico. Na verdade, a não ser que a possamos estudar lá, nunca a veremos unificada com as outras três forças, duas das quais atuam exclusivamente nesse nível. A maneira como a mecânica quântica olha para a atração gravitacional entre a Terra e a Lua é imaginando-a como uma troca de grávitons (os bósons, ou partículas mensageiras, da força gravitacional) entre as partículas que formam esses dois corpos.

Com esse histórico, vamos nos divertir com uma pequena ficção científica.

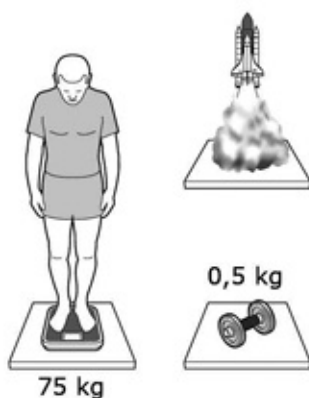
O dia em que a Terra foi comprimida

Lembre-se da sensação que a força da gravidade transmite na Terra (figura 5.3a) e então finja que vai sair de férias pelo espaço. Enquanto você está longe, algo drástico acontece à Terra: ela é espremida, ficando apenas com metade do tamanho original. Ainda tem a mesma massa, mas a massa está muito mais compactada. Ao retornar de suas férias, a nave flutua por um tempo sobre o ponto no espaço onde costumava ser a superfície da Terra antes de ser comprimida. A sensação de seu peso é a mesma de antes de partir. A atração da gravidade da Terra não se alterou, pois nem sua massa tampouco a da Terra foram alteradas, e você ainda está à mesma distância do centro de gravidade da Terra. (Lembre-se de Newton!) A Lua, bem longe de você, ainda orbita da mesma forma que antes. Porém, quando você pousa na nova superfície (com um raio muito menor, um bocado mais próximo do centro de gravidade da Terra), a gravidade da nova superfície é quatro vezes aquela que havia na superfície da Terra antes de ela ser espremida. E você se sente muito mais pesado (figura 5.3b).

E se algo muito mais dramático tivesse acontecido? E se a Terra fosse espremida até ficar do tamanho de uma ervilha – toda a massa da Terra, bilhões de toneladas, espremida naquele espacinho minúsculo? A gravidade sobre a superfície seria tão forte que a velocidade de escape seria muito maior do que a velocidade da luz. Nem mesmo a luz conseguiria escapar. A Terra seria um buraco negro. Porém, no raio do espaço onde a superfície da Terra estava antes de ser

comprimida, a atração da gravidade da Terra seria semelhante ao que temos hoje (figura 5.3c). A Lua ainda estaria orbitando da mesma maneira.

(a)

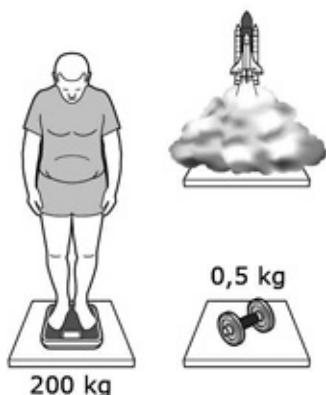


Velocidade de escape:
aproximadamente 11 km/s.

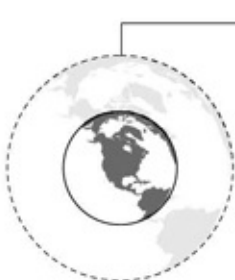


Raio da Terra: aproximadamente 6500 km.

(b)



Velocidade de escape:
aproximadamente 15,6 km/s.



No local onde antes se encontrava a superfície da Terra, a força de gravidade é a mesma de antes da compressão.

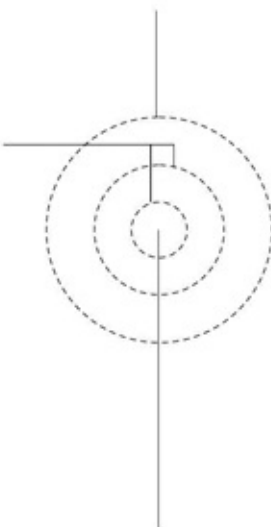
Em correspondência ao nosso raio, a força de gravidade é quatro vezes mais forte do que a da velha superfície.

Raio da Terra: aproximadamente 3250 km.

(c)

Nestes raios correspondentes, que agora se encontram no espaço, a força de gravidade é a mesma de quando a Terra tinha estas dimensões.

No local, onde antes se encontrava a superfície da Terra, a força de gravidade é a mesma da registrada antes da compressão.



A Terra inteira tem agora mais ou menos a dimensão de uma ervilha.

Velocidade de escape:

300.000 km/s, a velocidade da luz.

O peso da pessoa e do bloco não tem mais significado, pois estes objetos foram, agora, dilacerados.

A força de gravidade sobre a superfície é agora tão forte que nem a luz consegue escapar.

Fig. 5.3 (a, b, c) Um dia trágico para a Terra.

Pelo que sabemos, essa história não pode acontecer. Planetas não se transformam em buracos negros. Contudo, o mesmo não vale para estrelas. Vamos recontar a história, dessa vez com uma estrela.

Começemos com uma estrela que tenha massa por volta de dez vezes a massa do Sol. O raio da estrela é de aproximadamente três milhões de quilômetros, cerca de cinco vezes o raio do Sol. A velocidade de escape é de mais ou menos mil quilômetros por segundo. A estrela tem uma expectativa de vida de aproximadamente cem milhões de anos, período em que ocorre uma batalha de vida ou morte dentro dela.

Em um lado da disputa está a gravidade: a atração que cada partícula da estrela exerce sobre as outras. Foi a gravidade que inicialmente uniu as partículas de um gás para formar a estrela. A atração é ainda mais poderosa, agora que as partículas estão unidas. A gravidade tenta fazer a estrela entrar em colapso.

A pressão do gás na estrela se opõe à gravidade. Essa pressão vem do calor liberado quando núcleos de hidrogênio dentro da estrela colidem e se fundem para formar núcleos de hélio. O calor faz a estrela brilhar e cria pressão suficiente para resistir à gravidade e evitar que a estrela entre em colapso.

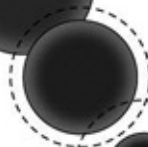
A batalha continua por cem milhões de anos. Até que a estrela fica sem combustível: não há mais hidrogênio para ser convertido em hélio. Algumas estrelas, então, convertem hélio em elementos mais pesados, mas isso lhes concede apenas um breve adiamento. Quando não há mais pressão para se opor à gravidade, a estrela se contrai. Dessa forma, a gravidade sobre sua superfície torna-se cada vez mais forte, da mesma maneira que a gravidade na superfície da Terra na história do planeta sendo comprimido. Não é necessário encolher até o tamanho de uma ervilha para se tornar um buraco negro. Quando o raio da estrela de massa de dez sóis tem aproximadamente trinta quilômetros, a velocidade de escape em sua superfície terá aumentado para trezentos mil quilômetros por segundo, a velocidade da luz. Quando a luz não pode mais escapar, a estrela se transforma em um buraco negro (figura 5.4).*



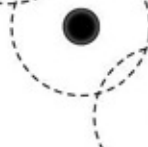
A estrela está se contraindo, mas ainda é visível porque a luz consegue escapar dela.



A curvatura do espaço-tempo torna-se tão grande que a luz não pode mais fugir. A estrela torna-se invisível. Forma-se o horizonte de eventos.



O horizonte de eventos, a borda do buraco negro, mantém a mesma dimensão enquanto em seu interior a estrela continua a se contrair.



A estrela se contrai até tornar-se uma *singularidade* em que a densidade e a curvatura do espaço-tempo são infinitas.



Fig. 5.4 Uma estrela entra em colapso até tornar-se um buraco negro.

Quando a velocidade de escape na superfície é maior que a velocidade da luz, não precisamos perguntar se a estrela continua encolhendo. Mesmo que não continue, ainda temos um buraco negro. Lembre como a gravidade no raio original nunca se alterava na história da Terra comprimida. Não importa se nossa estrela continua encolhendo até um ponto de densidade infinita ou se ela para de encolher no raio exato em que a velocidade de escape se iguala à velocidade da luz, a gravidade nesse raio será a mesma, desde que a massa da estrela não se altere. A velocidade de escape nesse raio é a velocidade da luz, e assim permanecerá. A luz proveniente da estrela descobrirá que escapar é impossível. Raios de luz próximos provenientes de estrelas distantes não serão apenas deformados; eles podem se enrolar no buraco negro várias vezes antes de escapar ou cair nele (figura 5.5). Se a luz adentrar o buraco negro, ela não consegue escapar. Nada consegue alcançar velocidade superior à velocidade da luz. Que “blecaute” profundo obtivemos! Sem luz, sem reflexos, sem qualquer tipo de radiação (rádio, micro-ondas, raios X etc.), sem som, sem imagem, sem sonda espacial, absolutamente nenhuma informação consegue escapar. Realmente um buraco negro!

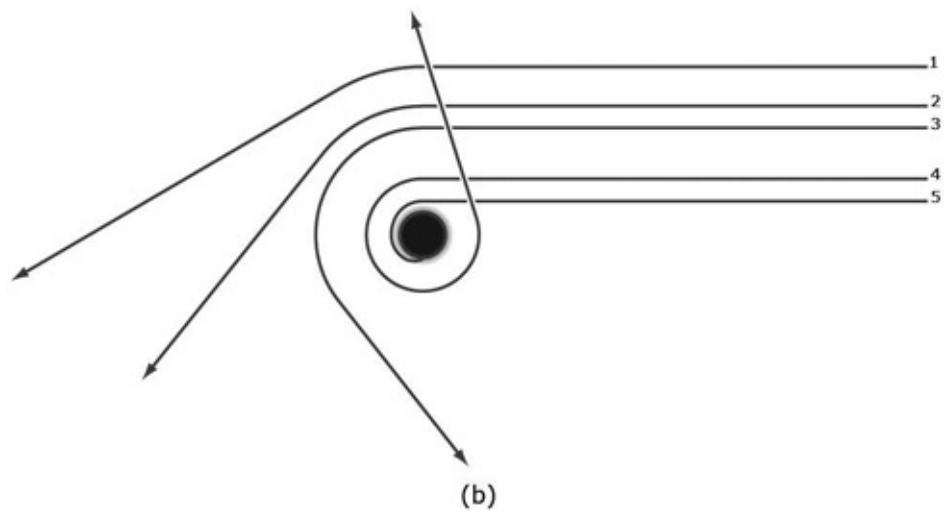
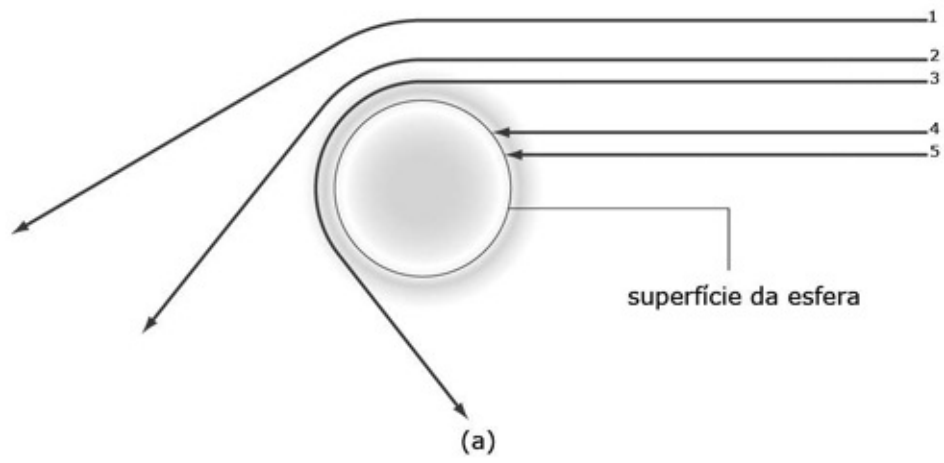


Fig. 5.5. Em (a) algumas partículas vindas do espaço movem-se em direção de uma estrela. Quando passam próximas dela, as trajetórias das partículas 1, 2 e 3 sofrem um desvio que é tão maior quanto mais estão próximas. As partículas 4 e 5 colidem com a superfície da estrela. Em (b) vemos as mesmas partículas que se movem em direção da estrela depois que ela se transformou num buraco negro. As trajetórias das partículas 1, 2 e 3 sofrem exatamente o mesmo desvio de antes, dado que o espaço-tempo no exterior de uma estrela é idêntico ao espaço-tempo no exterior de um buraco negro de mesma massa (lembrem o exemplo da contração da Terra). A partícula 4 gira ao redor do buraco negro e consegue escapar: poderia até girar varias vezes ao redor dele. A partícula 5 é capturada pelo buraco negro.

O raio em que a velocidade de escape é a velocidade da luz torna-se a fronteira do buraco negro, o raio sem saída: o “horizonte de eventos”. Hawking e Penrose, no final dos anos 1960, tentaram definir um buraco negro como uma região do universo, ou um “conjunto de eventos”, a partir do qual é impossível que qualquer coisa escape. E essa se tornou a definição aceita. Um buraco negro, com seu horizonte de eventos servindo como uma fronteira externa, tem forma de esfera, ou, se estiver em rotação, uma esfera deformada que parece elíptica quando vista pela lateral (ou seria vista, caso isso fosse possível). O horizonte de eventos é marcado pelas trajetórias no espaço-tempo formados por raios de luz, que pairam exatamente sobre a borda daquela área esférica e não são sugados, mas também não conseguem escapar. A gravidade nesse raio é forte o suficiente para interromper a escapada deles, mas não para puxá-los de volta. Será que os veremos como grandes globos cintilando no espaço? Não. Se os fótons conseguem escapar daquele raio, eles não conseguem chegar até nossos olhos. Para que possamos ver alguma coisa, os fótons dessa coisa têm de chegar até nossos olhos.

A teoria clássica do buraco negro nos diz que há apenas três segredos que um buraco negro divulga: sua massa, sua carga elétrica (se tiver) e seu momento angular ou velocidade de rotação (se estiver girando). John Wheeler, que gostava de desenhar imagens úteis na lousa para seus alunos, desenhou uma televisão, uma flor, uma cadeira, “partículas conhecidas”, ondas gravitacionais e eletromagnéticas, momento angular, massa e até “partículas até então desconhecidas” caindo num buraco negro, representado como um funil, e nada saía pelo fundo do funil a não ser massa, carga elétrica e momento angular. Parte do trabalho de Hawking no início dos anos 1970 [14](#) ajudaria a demonstrar isso, como Wheeler resumiu: “Buracos negros não têm cabelo”.

É a massa do buraco negro que determina seu tamanho. Quando se quer calcular o raio de um buraco negro (o raio em que se forma o horizonte de eventos), deve-se multiplicar a massa solar do buraco negro (a mesma para a estrela que entrou em colapso para formá-lo, a não ser que a estrela tenha perdido massa no início do colapso) por dois, para milhas, ou três, para quilômetros. E assim se descobre que um buraco negro de massa solar 10 (isto é, um buraco negro cuja massa é dez vezes a massa do Sol) tem seu horizonte de eventos em um raio de trinta quilômetros. Fica claro que, caso a massa se altere, o raio onde fica o horizonte de eventos também se altera. O buraco negro muda de tamanho. Vamos falar mais sobre essa possibilidade um pouco mais à frente.

Depois de fechar a cortina no horizonte de eventos, a estrela obtém total privacidade, e toda luz que ela emite (qualquer imagem de si que, em outra circunstância, seria vista em qualquer

outro ponto do universo) é puxada de volta para dentro. Penrose queria saber se a estrela continuaria em colapso – ou exatamente o que aconteceria a ela. Descobriu que toda a matéria de uma estrela em colapso, como a descrevemos, fica presa dentro de sua superfície, devido à sua própria força de gravidade. Ainda que o colapso não seja perfeitamente esférico ou suave, a estrela continua em colapso. A superfície finalmente encolhe até tamanho zero, com toda a matéria ainda presa dentro. Nossa enorme estrela de 10 massas solares fica, então, confinada não apenas numa região com raio de 30 quilômetros, onde está o horizonte de eventos, mas de fato em uma região de raio zero – volume zero. Matemáticos e físicos consideram isso uma singularidade. E, nessa singularidade, a densidade da matéria é infinita. A curvatura do espaço-tempo é infinita, e os raios de luz não estão apenas curvados, estão infinitamente enrolados.

A relatividade geral prevê a existência de singularidades, mas no início dos anos 1960 poucos levaram a sério essa previsão. Os físicos acreditavam que uma estrela de massa suficientemente grande passando por colapso gravitacional *pudesse* formar uma singularidade. Penrose mostrou que, se o universo obedece à relatividade geral, ela *deve* formar.

“Há uma singularidade em nosso passado”

A descoberta de Penrose de que uma estrela de massa suficientemente grande passando por colapso gravitacional deve formar uma singularidade deixou Hawking muito animado. Com Robert Geroch e Penrose, começou a expandir as ideias sobre singularidades para outros casos de física e matemática.¹ Ele estava certo de que a descoberta tinha implicações significativas para o início do universo. Era um trabalho estimulante, com a “gloriosa sensação de termos todo um campo de estudo praticamente apenas para nós”.² Hawking percebeu que, se invertesse a direção do tempo para que o colapso se tornasse uma expansão, toda a teoria de Penrose continuaria válida. Se a relatividade geral nos diz que qualquer estrela que sofra colapso além de um determinado ponto deve terminar em uma singularidade, ela também nos diz que qualquer universo em expansão deve ter começado como uma singularidade. Para isso ser verdade, o universo deve ser como o que os cientistas chamam de modelo de Friedman. O que seria um modelo de Friedman do universo?

Uma escolha de universos

Antes de Hubble demonstrar que o universo está em expansão, a ideia de um universo estático (um cujo tamanho não se altera) era muito forte, a ponto de, quando Einstein produziu sua teoria da relatividade geral em 1915 – e essa teoria previa que o universo não era estático –, o cientista alemão precisar revisar sua tese, pois tinha total certeza da teoria anterior. Ele inseriu uma “constante cosmológica” para equilibrar a gravidade. Sem essa constante cosmológica, a teoria da relatividade geral previa o que hoje sabemos ser verdade: o tamanho do universo está se alterando.

Alexander Friedman, um físico russo, decidiu aproveitar a teoria bruta de Einstein, sem a constante cosmológica. Ao fazer isso, previu o que Hubble descobriria em 1929: o universo está em expansão.

Friedman começou com duas suposições: (1) o universo tem a mesma aparência, não importando a direção para a qual se olhe (com exceção de coisas próximas, como a forma de nossa galáxia, a Via Láctea, e de nosso sistema solar); (2) o universo tem a mesma aparência, não importando onde se esteja no universo. Em outras palavras, não importa para onde se viaje

no espaço, o universo ainda *terá* a mesma aparência em qualquer direção para qual se olhe.

A primeira suposição de Friedman é bem fácil de aceitar. A segunda, não. Não temos qualquer evidência científica a favor ou contra ela. Hawking diz: “Acreditamos nela apenas por modéstia: seria mais notável se o universo tivesse a mesma aparência em qualquer direção a nosso redor, mas não ao redor de outros pontos do universo!”. Notável talvez, mas não impossível, pode-se argumentar. A modéstia não parece um motivo mais lógico para acreditar em alguma coisa do que o orgulho. Entretanto, físicos tendem a concordar com Friedman.

No modelo de Friedman para o universo, todas as galáxias se afastam umas das outras. Quanto mais distantes estiverem duas galáxias, mais rapidamente elas se afastarão entre si. Isso está de acordo com o que Hubble observou. Segundo Friedman, não importa para onde viaje no espaço, ainda assim todas as galáxias estarão se afastando de você. A fim de compreender isso, imagine uma formiga rastejando sobre um balão que tem pontos pintados uniformemente espaçados. É preciso fingir que a formiga não consegue ver a dimensão que lhe permitiria olhar “além” da superfície. Tampouco tem ela consciência de que o balão tem um interior. O universo da formiga contém apenas a superfície do balão. E tem a mesma aparência em qualquer direção. Não importa para onde a formiga ande sobre o balão, ela verá sempre a mesma quantidade de pontos à frente e atrás. Se o balão estiver crescendo, a formiga vê todos os pontos se afastando, não importa onde ela esteja sobre a superfície. O universo “balão” se encaixa em duas suposições de Friedman: ele tem a mesma aparência em todas as direções. Ele tem a mesma aparência, não importando onde esteja o observador.

Que mais podemos dizer a respeito do universo balão? Ele não é infinito em tamanho. A superfície tem dimensões que podemos medir, como a superfície da Terra. E ninguém sugeriria que a superfície da Terra é infinita em tamanho. Contudo, também não tem limites, nenhum fim. Não importa para onde a formiga rasteje sobre a superfície, ela nunca depara com uma barreira, nunca encontra o fim da superfície ou cai de uma borda. No fim, ela retorna para onde iniciou sua jornada.

No modelo original de Friedman, o espaço é assim, com três dimensões em vez de duas. A gravidade deforma o espaço ao seu redor. O universo não é infinito em tamanho, mas também não tem nenhum fim, nenhum limite. Uma nave espacial nunca chegará a um local no espaço que seja o fim do universo. Isso pode ser difícil de entender, porque tendemos a pensar que “infinito” significa “não ter fim”. Mas não é isso que significa.

Hawking aponta que, embora a ideia de circunavegar o universo e terminar onde se iniciou seja excelente para a ficção científica, ela não funciona na realidade, pelo menos não nesse modelo de Friedman. Seria necessário ultrapassar o limite de velocidade do universo (a velocidade da luz) – o que não é possível – para percorrer todo o caminho antes de o universo acabar. É um balão extremamente grande. E nós somos formigas extremamente pequenas.

O tempo, nesse modelo de Friedman, assim como o espaço, não é infinito. Ele pode ser medido. O tempo, *ao contrário* do espaço, *tem* limites: um início e um fim. Veja a figura 6.1a. A distância entre as duas galáxias no início do tempo é zero. Elas se afastam. A expansão é lenta e há massa suficiente no universo para que a atração gravitacional finalmente interrompa a expansão e faça com que o universo se contraia. As galáxias voltam a se mover na direção da

outra. No fim do tempo, a distância entre elas é mais uma vez zero. Talvez nosso universo seja assim.

As figuras 6.1b e 6.1c apresentam outros dois modelos possíveis que também obedeceriam às suposições de Friedman (de que o universo tem a mesma aparência em qualquer direção e que tem a mesma aparência onde quer que o observador esteja). Na figura 6.1b, a expansão é muito mais rápida. A gravidade não consegue interrompê-la, ainda que consiga diminuir um pouco sua velocidade. Na figura 6.1c, o universo está se expandindo em velocidade suficiente para não entrar em colapso, mas não tão rapidamente quanto na figura 6.1b. A velocidade em que as galáxias estão se afastando fica cada vez menor, mas elas não param de se afastar. Se o universo for igual a algum desses dois modelos, o espaço é infinito. Ele não se curva ao redor de si mesmo.

Que modelo se encaixa em nosso universo? Será que o universo entrará em colapso algum dia, ou continuará se expandindo para sempre? Depende da quantidade de massa que existe no universo: a quantidade de votos que existem na totalidade da democracia. Seria necessária muito mais massa do que observamos atualmente para fechar o universo. Essa é uma afirmação bem simplificada de uma questão mais complicada, como veremos depois.

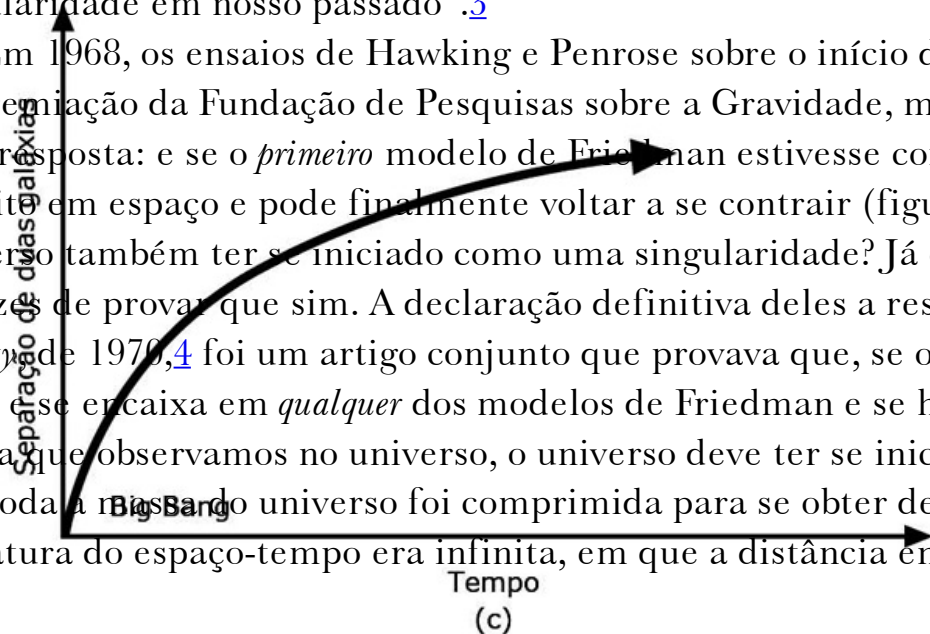
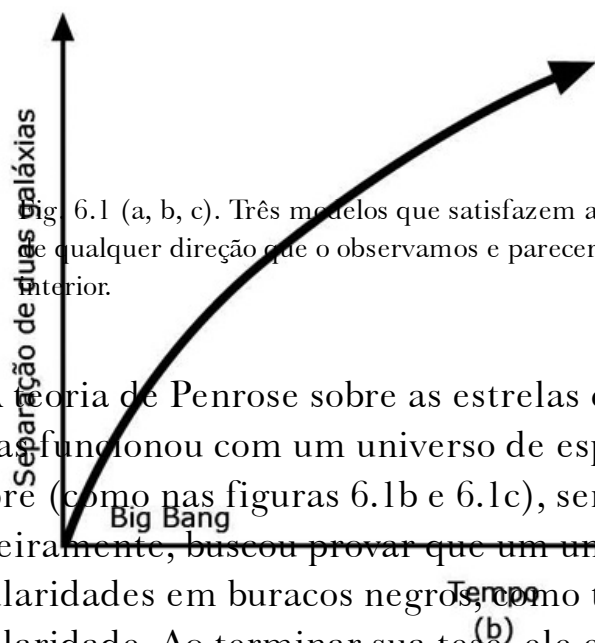
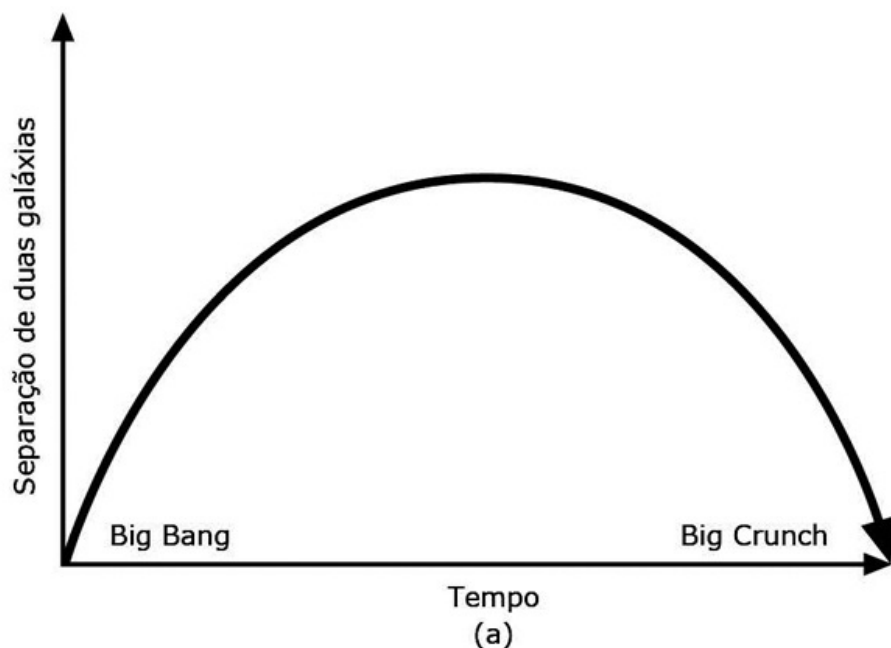


Fig. 6.1 (a, b, c). Três modelos que satisfazem as hipóteses de Friedmann segundo as quais o universo parece quase idêntico de qualquer direção que o observamos e pareceria sempre o mesmo se o observássemos de qualquer outro ponto de seu interior.

A teoria de Penrose sobre as estrelas em colapso e se transformando em singularidade apenas funcionou com um universo de espaço infinito que continuará se expandindo para sempre (como nas figuras 6.1b e 6.1c), sem entrar em colapso (como na figura 6.1a). Hawking, primeiramente, buscou provar que um universo infinito em espaço não apenas teria singularidades em buracos negros, como também deveria ter se iniciado como uma singularidade. Ao terminar sua tese, ele estava bastante confiante e escreveu: “Há uma singularidade em nosso passado”.³

Em 1968, os ensaios de Hawking e Penrose sobre o início do tempo ficaram em segundo lugar na premiação da Fundação de Pesquisas sobre a Gravidade, mas a pergunta ainda aguardava uma resposta: e se o *primeiro* modelo de Friedman estivesse correto, de que o universo não é infinito em espaço e pode finalmente voltar a se contrair (figura 6.1a)? Deveria esse tipo de universo também ter se iniciado como uma singularidade? Já em 1970, Hawking e Penrose foram capazes de provar que sim. A declaração definitiva deles a respeito do tema, nos *Anais da Royal Society* de 1970,⁴ foi um artigo conjunto que provava que, se o universo obedece à relatividade geral e se encaixa em *qualquer* dos modelos de Friedman e se houver de fato a quantidade de massa que observamos no universo, o universo deve ter se iniciado como uma singularidade, em que toda a massa do universo foi comprimida para se obter densidade infinita, em que a curvatura do espaço-tempo era infinita, em que a distância entre todos os objetos do universo era zero.

Teorias físicas, na verdade, não conseguem lidar com números infinitos. Quando a teoria da relatividade geral prevê uma singularidade de densidade infinita e de curvatura do espaço-tempo infinita, ela também está prevendo sua própria dissolução. Na verdade, todas as nossas teorias científicas se dissolvem em uma singularidade. E aí perdemos nossa capacidade de prever. Não podemos usar as leis da física para prever o que resultaria de uma singularidade. Poderia ser qualquer tipo de universo. E o que dizer a respeito do que aconteceu antes da singularidade? Ainda não está claro que essa pergunta tenha algum significado.

Uma singularidade no início do universo significaria que o início do universo está além de nossa ciência, além de qualquer coisa que se diga ser uma Teoria de Tudo. Simplesmente seríamos obrigados a dizer que o tempo se iniciou porque observamos que ele se iniciou, e isso é, em si mesmo, um elemento arbitrário muito grande. Uma singularidade é uma porta batida em nossa cara.

História de ninar

Físicos são conhecidos por estarem eternamente preocupados com sua física. Até mais do que a maioria de seus colegas, e em parte como consequência de sua deficiência, Hawking podia levar seu trabalho consigo para onde quisesse, quando quisesse, porque quase tudo era feito em sua mente. Como Kip Thorne descreveu: “Stephen aprendeu a trabalhar inteiramente em seu cérebro, sem o benefício de anotar as coisas no papel, com equações e ideias apenas em sua cabeça, manipulando imagens das formas dos objetos, as formas das curvas, as formas das superfícies, não apenas em um espaço tridimensional, mas em quatro dimensões de espaço-tempo. Ele tem uma espécie de intuição para a relação espacial. Sua capacidade de visualizar coisas é muito rara”.⁵

Característica do trabalho de Hawking foi uma descoberta, na hora de dormir, que descreveu em seu livro *Uma breve história do tempo*: “Numa noite de novembro de 1970, pouco depois do nascimento de minha filha Lucy, quando me encaminhava para a cama, comecei a pensar sobre buracos negros. Minha deficiência faz desse um processo muito lento, portanto tinha tempo suficiente”.⁶ Um outro físico talvez tivesse sentado em sua escrivaninha e rabiscado algumas anotações e equações, mas Hawking fez uma das descobertas mais significativas de sua carreira de cabeça, deitou-se e permaneceu acordado pelo restante da noite, ansioso para que amanhecesse e pudesse telefonar para Penrose para contar-lhe sobre sua nova constatação. Penrose, insiste Hawking, havia pensado nisso, mas não havia se dado conta das implicações.

A ideia que surgira em Hawking era que um buraco negro nunca pode ficar menor, porque a área de um horizonte de eventos (o raio sem saída em que a velocidade de escape torna-se maior do que a velocidade da luz) nunca pode diminuir.

Revisando brevemente, uma estrela em colapso atinge um raio em que a velocidade de escape é a velocidade da luz. O que acontece aos fótons emitidos pela estrela quando ela sofre colapso além desse raio? A gravidade lá é forte demais para permitir que eles escapem, mas não forte o suficiente para puxá-los para o buraco negro. Eles permanecem lá, pairando. Aquele raio

é o horizonte de eventos. Depois disso, enquanto a estrela continua a encolher, qualquer fóton que ela emita é atraído de volta.

O que Hawking percebeu foi que caminhos de raios de luz pairando no horizonte de eventos não podem ser caminhos de raios de luz que estejam se aproximando. Caminhos de raios de luz que se aproximam iriam de encontro um ao outro e cairiam no buraco negro, não ficariam pairando. Para que a área do horizonte de eventos fique menor (e o buraco negro também), caminhos de raios de luz no horizonte de eventos *teriam* de se aproximar. Mas, se o fizessem, cairiam dentro dele, e o horizonte de eventos *não* ficaria menor.

Outra maneira de pensar sobre isso é perceber que um buraco negro *pode* ficar *maior*. O tamanho de um buraco negro é determinado por sua massa, de maneira que um buraco negro fica maior sempre que alguma coisa caia dentro dele e aumente sua massa. Como nada consegue sair de um buraco negro, é impossível que sua massa diminua. Um buraco negro não pode ficar menor.

A descoberta de Hawking ficou conhecida como a segunda lei da dinâmica do buraco negro: a área do horizonte de eventos (o limite do buraco negro) pode ficar do mesmo tamanho ou aumentar, mas nunca diminuir. Se dois ou mais buracos negros colidem e formam um único buraco negro, a área do novo horizonte de eventos é do mesmo tamanho ou maior do que as dos horizontes de eventos anteriores somadas. Um buraco negro não pode ficar menor, ser destruído ou dividido em dois buracos negros, não importando quanto ele esteja saturado. A descoberta de Hawking não parecia tão inédita. Lembrava uma outra “segunda lei” da física: a segunda lei da termodinâmica, que diz respeito à entropia.

Entropia é a quantidade de desordem que existe em um sistema. A desordem sempre aumenta, nunca diminui. Um quebra-cabeça montado, quando colocado cuidadosamente em uma caixa, pode ficar bagunçado, embaralhando as peças e estragando a imagem. Mas seria muito surpreendente se uma chacoalhada na caixa fizesse com que as peças não montadas se encaixassem e completassem a imagem. No nosso universo, a entropia (desordem) sempre aumenta. Xícaras de chá quebradas nunca se consertam sozinhas. Um quarto bagunçado nunca é arrumado sozinho.

Suponha que você remende uma xícara de chá ou arrume seu quarto. Algo ficou mais ordenado. A entropia diminui? Não. A energia mental e física que você queimou para fazer isso converte energia em uma forma menos útil. Isso representa uma diminuição na quantidade de ordem no universo, que desequilibra qualquer aumento de ordem que se tenha obtido.

Há outra semelhança entre a entropia e o horizonte de eventos de um buraco negro. Quando dois sistemas se unem, a entropia do sistema combinada é tão grande ou maior do que as entropias dos dois sistemas somadas. Um exemplo conhecido são moléculas de gás em uma caixa. Pense nelas como bolinhas batendo uma na outra e nas laterais da caixa. Há uma divisória bem no centro da caixa. Metade da caixa (um lado da divisória) está cheia de moléculas de oxigênio. A outra metade ficou repleta de moléculas de nitrogênio. Remova a divisória, e as moléculas de oxigênio e nitrogênio começam a se misturar. Logo, passa a existir uma mistura razoavelmente uniforme em ambas as metades da caixa, mas esse é um estado menos ordenado do que quando havia a divisória: a entropia – desordem – aumentou. (A segunda lei da

termodinâmica nem sempre se sustenta: há uma chance minúscula, uma em muitos milhões de milhões, de que em algum ponto as moléculas de nitrogênio retornarão para seu lado da caixa, e as de oxigênio para o outro.)

Suponha que se jogue a caixa de moléculas misturadas ou qualquer outra coisa que tenha entropia em um buraco negro conveniente. Lá se foi aquela quantidade de entropia, pode-se pensar. A quantidade total de entropia fora do buraco negro é menor do que havia antes. Como se conseguiu violar a segunda lei? Algumas pessoas podem argumentar que todo o universo (dentro e fora de buracos negros) não perdeu nenhuma entropia. Mas o fato é que qualquer coisa que caia em um buraco negro é considerada perdida para nosso universo, não é?

Demetrios Christodoulou, um graduando de John Wheeler em Princeton, concluiu que, de acordo com a segunda lei da termodinâmica, a entropia (desordem) de um sistema fechado sempre aumenta, nunca diminui, e que, similarmente, a “massa irreduzível” (o nome que Christodoulou deu para uma combinação matemática entre a massa de um buraco negro e sua velocidade de rotação) nunca diminui, não importando o que aconteça ao buraco negro. Seria essa semelhança apenas uma coincidência? Que ligação teriam a ideia de Christodoulou e a observação mais geral e poderosa de Hawking (a área que nunca diminui do horizonte de eventos) com a entropia e a segunda lei da termodinâmica?

Escapada de um buraco negro?

No primeiro anúncio que fez para a comunidade científica de sua teoria de que o horizonte de eventos de um buraco negro nunca diminui, em dezembro de 1970, no Simpósio sobre Astrofísica Relativística do Texas,⁷ Hawking insistiu que, embora um aumento da área do horizonte de eventos realmente se pareça com um aumento de entropia, isso é apenas uma analogia.

Jacob Bekenstein, outro pós-graduando de Wheeler, discordava. Insistiu que a área do horizonte de eventos de um buraco negro não é apenas *similar* à entropia; ela *é* entropia.⁸ Quando se mede a área do horizonte de eventos, está se medindo a entropia do buraco negro. A entropia não é destruída se jogada em um buraco negro. O buraco negro já tem entropia. Ela apenas aumenta de tamanho. Quando algo como uma caixa de moléculas cai em um buraco negro, sua massa é adicionada à do buraco negro, e o horizonte de eventos fica maior. Também aumenta a entropia do buraco negro.

Tudo isso nos leva a um enigma. Se uma coisa tem entropia, ela tem temperatura. Não é totalmente fria. Se uma coisa tem temperatura, tem de estar radiando energia. Se uma coisa está radiando energia, não se pode dizer que nada esteja saindo. Nada deveria sair de buracos negros.

Hawking achou que Bekenstein estava enganado. Ficou irritado com o que considerou um abuso, por parte de Bekenstein, de sua descoberta de que horizontes de eventos nunca diminuem. Em 1972 e 1973, juntou suas forças com outros dois físicos, James Bardeen e Brandon Carter, e pareceu se aproximar de uma concessão, ao propor nada menos do que quatro leis da mecânica do buraco negro, que pareciam ser quase idênticas às famosas quatro leis da

termodinâmica, “caso alguém substituísse a expressão <área do horizonte> por <entropia> e a expressão <gravidade na superfície do horizonte> por <temperatura>”.⁹ Todavia, os três autores continuaram a enfatizar que se tratava apenas de analogias, e, na versão final de seu artigo,¹⁰ reiteraram que suas quatro leis da mecânica do buraco negro eram semelhantes às, mas distintas das, quatro leis da termodinâmica. Embora houvesse muitas semelhanças entre a entropia e a área do horizonte de eventos, um buraco negro não pode ter entropia, porque não consegue emitir nada. Esse era um argumento que Bekenstein não podia negar, mas, ainda que fosse um pós-graduando se opondo a um trio de físicos importantes, não ficou convencido. E, no final, Hawking, Bardeen e Carter estavam errados. E caberia a Hawking mostrar por quê.

Em 1962, quando Hawking iniciou sua pós-graduação em Cambridge, ele preferiu a cosmologia, o estudo das coisas muito grandes, à mecânica quântica, o estudo do muito pequeno. Agora, em 1973, decidiu mudar de rumo e olhar para os buracos negros com os olhos da mecânica quântica. Seria a primeira tentativa séria, e bem-sucedida, de alguém de unificar as duas grandes teorias do século XX: relatividade e mecânica quântica. Tal unificação, pelo que o leitor se lembra do capítulo 2, é um obstáculo complicado na estrada para uma Teoria de Tudo.

Em janeiro de 1973, Hawking tinha 31 anos. O novo ano trouxe a publicação de seu primeiro livro completo, em coautoria com George Ellis e dedicado a Denis Sciama. Hawking descreve *A estrutura em grande escala do espaço-tempo* como “altamente técnico e bastante ilegível”.¹¹ Ele ainda aparece nas prateleiras de livrarias acadêmicas, e se o leitor que não for um físico talentoso o pegar, concordará com seu parecer. Apesar de suas vendas nunca terem se aproximado das de *Uma breve história do tempo*, tornou-se um clássico desse campo de estudos.

Em agosto e setembro daquele ano, durante as longas férias de Cambridge, Stephen e Jane Hawking viajaram para Varsóvia, para celebrar o 500º aniversário do nascimento de Nicolau Copérnico, e avançaram para o leste, até Moscou. Pediram que Kip Thorne os acompanhasse, já que havia cinco anos realizava uma pesquisa conjunta com físicos soviéticos e conhecia muito bem a União Soviética. Hawking queria se encontrar com Yakov Borisovich Zel’dovich e com Alexander Starobinsky, pós-graduando daquele. Esses dois físicos russos conseguiram mostrar que o princípio da incerteza levava à conclusão de que buracos negros em rotação criavam e emitiam partículas produzidas pela energia rotacional do buraco. A radiação viria do exterior do horizonte de eventos e desaceleraria a rotação do buraco negro, até que finalmente parasse e a radiação cessasse. Hawking achava que Zel’dovich e Starobinsky estavam próximos de alguma descoberta, mas ele não se satisfizera com os cálculos que apresentaram. Depois da visita, retornou a Cambridge determinado a desenvolver um tratamento matemático melhor.

Hawking esperava que seus cálculos mostrassem que buracos negros em rotação produzem a radiação que os russos previram. Mas ele descobriu algo muito mais dramático: “Descobri, para minha surpresa e desgosto, que mesmo buracos negros que não estão em rotação devem, aparentemente, criar e emitir partículas a uma taxa constante”.¹² De início, achou que devia haver algum erro em seus cálculos, e ficou um bom tempo tentando encontrar seu erro. Estava especialmente preocupado com a possibilidade de Jacob Bekenstein saber de sua descoberta e usá-la como argumento para apoiar sua ideia a respeito de horizontes de eventos e entropia. Mas, quanto mais Hawking pensava sobre o assunto, mais tinha de admitir que seus próprios

cálculos não estavam mesmo muito longe da realidade. A prova conclusiva era que o espectro das partículas emitidas era precisamente o que se esperava de qualquer corpo aquecido.

Bekenstein estava certo: não se consegue diminuir a entropia e deixar o universo mais ordenado ao se jogar matéria contendo entropia dentro de buracos negros, como se eles fossem grandes lixeiras. Quando matéria contendo entropia entra em um buraco negro, a área do horizonte de eventos fica maior: a entropia do buraco negro cresce. A entropia total do universo, tanto dentro quanto fora de buracos negros, não ficou nem um pouco menor.

Mas Hawking estava diante de um desafio ainda maior. Como é possível que buracos negros tenham uma temperatura e emitam partículas se nada consegue escapar do horizonte de eventos? Ele encontrou a resposta na mecânica quântica.

Quando pensamos no espaço como um vácuo, não se trata de uma imagem muito correta. Já vimos que o espaço nunca é um vácuo completo. Agora descobriremos por quê.

O princípio da incerteza diz que nunca podemos saber, com total precisão, ao mesmo tempo, a posição e o momento de uma partícula. Na verdade, mais do que isso: nunca podemos saber com precisão o valor de um campo (um campo gravitacional ou um campo eletromagnético, por exemplo) e a velocidade em que o campo está sendo alterado ao longo do tempo. Quanto mais preciso for o valor que temos de um campo, menos precisamente saberemos sua taxa de variação, e vice-versa – mais uma vez, a balança. O resultado é que um campo nunca pode medir zero. Zero seria uma medida muito precisa, tanto para o valor do campo quanto para sua taxa de variação, e o princípio da incerteza não permitiria isso. Não há espaço vazio, a não ser que todos os campos sejam exatamente zero: não havendo zero, não há espaço vazio.

Em vez do espaço vazio, o verdadeiro vazio, que a maioria de nós acredita que esteja lá, temos uma quantidade mínima de incerteza, uma certa nebulosidade, a respeito do valor exato de um campo no espaço “vazio”. Uma maneira de imaginar essa flutuação no valor do campo, essa oscilação entre os lados positivo e negativo de um zero para que nunca seja zero, é a seguinte:

Pares de partículas – pares de fótons ou grávitons, por exemplo – aparecem continuamente. As duas partículas de um par surgem juntas, e então se separam. Depois de um intervalo de tempo muito curto, impossível de se imaginar, elas se juntam novamente e aniquilam uma à outra – uma vida breve, porém movimentada. A mecânica quântica nos diz que isso acontece o tempo todo, em todo ponto do “vácuo” do espaço. Podem não ser partículas “reais”, das que podemos perceber com detectores de partículas, mas elas não são imaginárias. Mesmo que sejam apenas partículas “virtuais”, sabemos que existem porque podemos medir seus efeitos sobre outras partículas.

Alguns pares serão de partículas de matéria, férmions. Nesse caso, uma partícula é uma antipartícula. A “antimatéria”, expressão muito conhecida em jogos de fantasia e em ficção científica (é o que alimenta a nave espacial Enterprise), não é puramente ficcional.

É possível que o leitor tenha ouvido falar que a quantidade total de energia no universo permanece sempre a mesma. Não pode haver energia aparecendo de repente, do nada. Como contornamos essa regra com os pares recém-criados? Eles são criados por um “empréstimo” muito temporário de energia. Nem um pouco permanente. Uma partícula tem energia positiva; a

outra, energia negativa. As duas se equilibram. Não há adição à energia total do universo.

Hawking argumentou que haverá muitos pares de partículas surgindo no horizonte de eventos de um buraco negro. Da maneira que ele descreve, simplesmente aparece um par de partículas virtuais. Antes que o par se junte novamente e se aniquile, aquela partícula com energia negativa cruza o horizonte de eventos para dentro do buraco negro. Isso significa que a parceira com energia positiva deve seguir seu infeliz companheiro para se juntarem e se aniquilarem? Não. O campo gravitacional no horizonte de eventos de um buraco negro é forte o suficiente para fazer algo surpreendente com as partículas virtuais, mesmo com as infelizes de energia negativa: ele pode alterá-las de “virtual” para “real”.

A transformação produz uma diferença incrível no par. As partículas não são mais obrigadas a se encontrar para se aniquilar. Podem viver por muito mais tempo, e separadamente. A partícula com energia positiva pode cair no buraco negro também, é claro, mas não precisa. Fica livre da parceria. Pode escapar. Para um observador à distância, parece que ela sai do buraco negro. Na verdade, ela surge do exterior do buraco. Enquanto isso, sua parceira carregou energia negativa para dentro do buraco negro (figura 6.2).

A radiação que é emitida por buracos negros dessa maneira é agora chamada de radiação Hawking. E com a radiação Hawking, sua segunda descoberta famosa a respeito dos buracos negros, Hawking provou que sua primeira descoberta famosa, a segunda lei da dinâmica dos buracos negros (que a área de um horizonte de eventos nunca pode diminuir de tamanho), nem sempre se sustenta. A radiação de Hawking significa que um buraco negro pode ficar menor e, porventura, evaporar totalmente. Era um conceito muito radical.

Como a radiação Hawking faz um buraco negro ficar menor? Quando um buraco negro transforma partículas virtuais em reais, ele perde energia. Como isso pode acontecer, se nada escapa do horizonte de eventos? Como o buraco negro pode perder alguma coisa? É uma resposta um tanto capciosa: quando a partícula com energia negativa carrega essa energia *negativa* para dentro do buraco negro, isso deixa o buraco negro com *menos* energia. Negativa significa “subtração”, ou seja, menos.

É assim que a radiação Hawking rouba energia do buraco negro. Quando alguma coisa tem menos energia, ela automaticamente tem menos massa. Lembre-se da equação de Albert Einstein, $E = mc^2$. E significa energia; m é para massa; e c é a velocidade da luz. Quando a energia (em um lado da equação) diminui (como ocorre no buraco negro), algo no outro lado da equação diminui também. A velocidade da luz (c) não pode ser alterada. Deve ser a massa que diminui. Assim, quando dizemos que foi roubada energia de um buraco negro, também estamos dizendo que lhe foi roubada massa.

Tenha em mente e lembre-se do que Newton descobriu a respeito da gravidade: qualquer alteração na massa de um corpo altera a força gravitacional que ele exerce sobre outro corpo. Se a Terra fica com menos massa (dessa vez não é menor, mas com menos massa), sua força gravitacional fica mais fraca na região onde a Lua está orbitando. Se um buraco negro perde massa, sua força gravitacional torna-se mais fraca na região onde estava o horizonte de eventos (o raio sem saída). A velocidade de escape naquele raio torna-se menor do que a velocidade da luz. Há agora um raio menor, onde a velocidade de escape é a velocidade da luz. Um novo

horizonte de eventos se forma mais internamente. O horizonte de eventos encolheu. Essa é a única maneira que conhecemos de um buraco negro ficar menor.

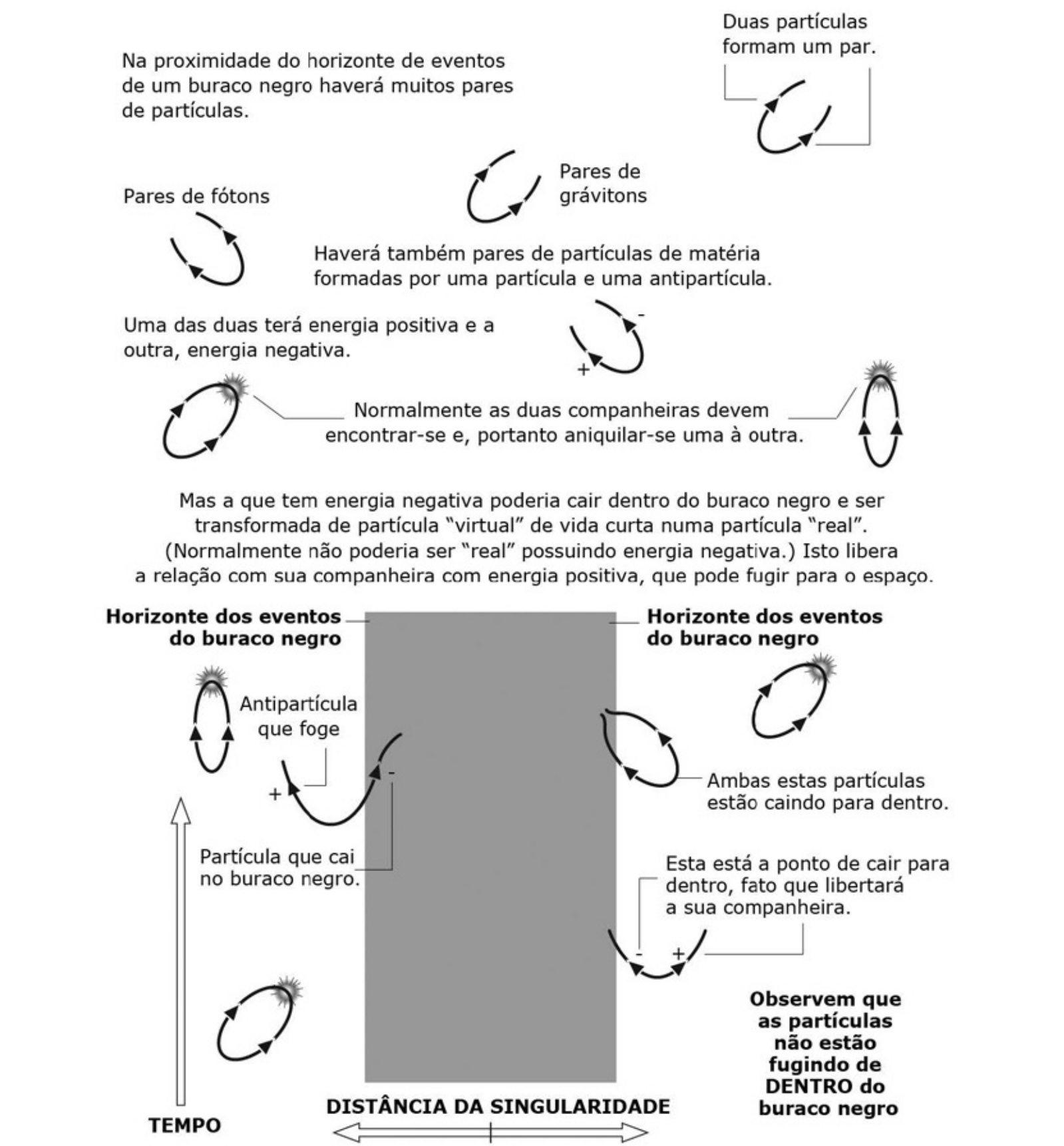


Fig. 6.2 A radiação de Hawking.

Se medirmos a radiação Hawking de um grande buraco negro, um que seja resultado do colapso de uma estrela, ficaremos desapontados. Um buraco negro desse tamanho tem uma temperatura superficial menor do que um milionésimo de grau acima de zero absoluto. Quanto maior o buraco negro, menor é a temperatura. Hawking diz: “Nosso buraco negro de 10 massas solares pode emitir alguns milhares de fótons por segundo, mas o comprimento de onda deles seria do tamanho do buraco negro, e com tão pouca energia que seríamos incapazes de detectá-los”.¹³ Ou seja, quanto maior a massa, maior é a área do horizonte de eventos. Quanto maior a área do horizonte de eventos, maior é a entropia. Quanto maior a entropia, menores são a temperatura da superfície e a taxa de emissão.

Buracos negros explodem?

Contudo, no início de 1971, Hawking sugerira que havia um segundo tipo de buraco negro: minúsculo, o mais interessante quando se fala sobre o tamanho do núcleo de um átomo. Estes, certamente, estalavam com radiação. Quanto menor um buraco negro, mais quente é a temperatura de sua superfície. A respeito desses buracos negros minúsculos, Hawking afirma: “Tais buracos mal merecem [ser chamados de] negros: na verdade, são *brancos e quentes*.”¹⁴

“Buracos negros primordiais”, como Hawking os chamava, não teriam sido formados a partir do colapso de estrelas. Eles seriam relíquias do início do universo, quando havia pressões que podiam comprimir a matéria, deixando-a extremamente contraída. Um buraco negro primordial seria, hoje, muito menor até mesmo do que quando começou. Ele vem perdendo massa por um longo tempo.

A radiação Hawking teria consequências drásticas para um buraco negro primordial. Conforme a massa fica menor e o buraco negro diminui de tamanho, a temperatura e a taxa de emissão de partículas no horizonte de eventos aumentam. O buraco perde mais massa e mais rapidamente. Quanto menor a massa, maior é a temperatura – é um círculo vicioso!

E como terminaria essa história? Hawking supôs que o pequeno buraco negro desaparece com uma enorme lufada de emissão de partículas, como milhões de bombas de hidrogênio explodindo. E será que um buraco negro grande explodirá algum dia? O universo acabará muito tempo antes de se chegar a esse estágio.

A ideia de que um buraco negro pode ficar menor e até explodir era tão oposta a tudo que se pensava a respeito de buracos negros em 1973 que Hawking teve sérias dúvidas em relação a sua

descoberta. Durante semanas, ele a manteve em segredo, revisando seus cálculos na cabeça. Se ele mesmo achava muito difícil acreditar naquilo, era temeroso prever que o resto do mundo científico aceitaria com tranquilidade. Nenhum cientista gosta de imaginar-se sendo ridicularizado. Por outro lado, Hawking sabia que, se estivesse certo, suas descobertas revolucionariam a astrofísica. Chegou até a se trancar no banheiro para pensar sobre o problema. “Fiquei pensando nisso durante todo o Natal, mas não consegui encontrar nenhuma maneira convincente de me livrar disso [essas descobertas].”¹⁵

Hawking testou sua ideia com seus colegas mais próximos. A recepção foi mista. Martin Rees, amigo desde a época da graduação em Cambridge, abordou seu velho orientador, Denis Sciama, perguntando: “O senhor ficou sabendo? Stephen mudou tudo!”. Sciama apressou-se em apoiar Hawking, encorajando-o a divulgar suas descobertas. Hawking reclamou que Penrose lhe telefonou, todo entusiasmado, bem no momento em que se ele sentava para seu jantar de aniversário, em 1974, pronto para devorar um ganso. Gostou da empolgação de Penrose, comentou Hawking, mas, depois que iniciaram o assunto, conversaram por muito tempo. E o jantar esfriou.¹⁶

Hawking concordou em apresentar sua bizarra descoberta em fevereiro, num ensaio para o Laboratório Rutherford-Appleton, ao sul de Oxford. Sciama foi o organizador do evento, a Segunda Conferência sobre Gravitação Quântica. Hawking havia se protegido um pouco, colocando um ponto de interrogação no título de seu artigo, “Explosões de buracos negros?”, mas, ao viajar para Oxford, ainda sofria a respeito da decisão de anunciar sua descoberta.

A breve apresentação, incluindo *slides* de equações, foi recebida com silêncio, um tanto constrangedor, e com poucas perguntas ao final. Os argumentos de Hawking não foram absorvidos por muitos membros da plateia, especialistas em outros campos. Mas era mais ou menos óbvio para todos que ele estava propondo algo totalmente contrário à teoria aceita. Aqueles que entenderam ficaram chocados e estavam despreparados para contra-argumentar. As luzes foram acesas. O moderador, John G. Taylor, um respeitável professor da Universidade de Londres, ergueu-se e declarou: “Desculpe-me, Stephen, mas isso é uma besteira absoluta”.¹⁷

Hawking publicou sua “besteira” no mês seguinte, na prestigiosa revista científica *Nature*.¹⁸ Taylor e Paul C. W. Davies discordaram de Hawking em um artigo publicado na mesma edição.¹⁹ Alguns dias depois, físicos de todo o mundo estavam discutindo a assustadora teoria de Hawking. Zel’dovich, de início, teve reservas, mas, quando Kip Thorne estava perto de Moscou, recebeu um chamado urgente para visitar o físico soviético. Quando Thorne chegou, Zel’dovich e Starobinsky o cumprimentaram jogando as mãos para o alto, como se estivessem no velho oeste norte-americano, e Thorne os tivesse sob a mira da arma: “Nós nos rendemos. Hawking estava certo. Nós estávamos errados”.²⁰

Alguns consideravam a teoria de Hawking a mais significativa da física teórica em muitos anos. Sciama disse que o artigo era “um dos mais belos da história da física”.²¹ John Wheeler, sempre um mestre com as palavras, disse que falar a respeito da bela descoberta de Hawking era como “agraciar a língua com um doce”.²² Kip Thorne comentou que, como Stephen perdera a atividade das mãos, acabara desenvolvendo “argumentos geométricos que podia formar ilustrativamente em sua cabeça... uma caixa poderosa de ferramentas que ninguém mais tinha.

E, sendo o único mestre no uso dessas ferramentas, somente ele pode resolver certos tipos de problema, que ninguém mais consegue”.[23](#) As coisas estavam, evidentemente, melhorando.

Hawking gastou mais tempo e foi mais cuidadoso para produzir um segundo artigo a respeito de sua descoberta. *Communications in Mathematical Physics*, a revista para a qual submeteu o texto em março de 1974, perdeu o documento e só foi publicá-lo em abril de 1975,[24](#) depois de ele enviá-lo novamente. Nesse meio-tempo, Hawking e seus colegas continuaram estudando a “radiação Hawking” sob perspectivas as mais diversas. Depois que mais quatro anos se passaram – e após um artigo em parceria com Jim Hartle ter aparecido em 1976[25](#) –, a radiação Hawking passou a ser aceita por todos do mundo da física teórica. A maioria concorda que Hawking obtivera um progresso significativo. Ele usara a atividade das partículas virtuais para explicar algo que surgira da teoria da relatividade – buracos negros. Dera um passo na direção de unificar a relatividade com a física quântica.

PARTE II

1970-1990

“Essas pessoas devem achar que estamos acostumados a um padrão de vida astronômico”

Quando Lucy nasceu, em 2 de novembro de 1970, os Hawking haviam acabado de adquirir a casa que, até então, alugavam, na Little St. Mary's Lane. Os pais de Stephen deram-lhes dinheiro para reformá-la e se qualificarem para uma hipoteca. As obras só terminaram quando Jane estava com oito meses de gravidez.

Stephen ainda insistia em subir e descer sozinho a escada, além de se vestir pela manhã e se despir à noite. Seu comentário de que tinha tempo suficiente para pensar em fótons no horizonte de eventos de buracos negros enquanto se preparava para dormir é uma das poucas admissões que fez de que suas atividades eram extremamente lentas e árduas. Seu caminhar, contudo, enfim se tornou tão perigoso que ele aceitou uma cadeira de rodas. Perdera a batalha contra a dificuldade de permanecer em pé. Os amigos o olhavam com tristeza, mas o humor e a determinação de Hawking estavam impregnados nele.

A perda da capacidade de usar a mão, que significava que não podia mais escrever e desenhar equações e gráficos, não aconteceu da noite para o dia. Ao longo dos anos de perda gradual, ele teve tempo para se adaptar e treinar “a mente para pensar de maneira diferente das mentes de outros físicos. Hawking pensa em novos tipos de imagens e equações mentais intuitivas que, para ele, substituíram os desenhos em papel e caneta e as equações escritas”, diz Kip Thorne.¹ Ao escutar o próprio Hawking falando, tem-se a impressão de que ele acredita que poderia ter optado por essa forma de trabalhar mesmo que tivesse a total capacidade das mãos: “Equações são apenas a parte entediante da matemática. Prefiro ver as coisas em termos de geometria”.² Os cálculos envolvidos na descoberta da radiação Hawking foram feitos quase por completo em sua mente.

Após o nascimento de Lucy, Jane estava manobrando uma programação abrangente e quase impossível, tentando terminar sua tese de doutorado enquanto cuidava de Stephen, de seu bebê

Robert e da garotinha recém-nascida. Sua mãe e uma babá da vizinhança ajudavam com as crianças sempre que podiam. A pequena Little St. Mary's Lane era um deleite. Quando as crianças cresceram e Lucy passou a não exigir tantos cuidados, ela se juntou a seu irmão nas brincadeiras entre plantas e tumbas antigas no pátio da igreja de Little St. Mary's, do outro lado da alameda. Jane recorda de verões com as janelas abertas e as vozes alegres de seus filhos “pululando no pátio”.

Quando o trabalho de Hawking para o Prêmio da Fundação de Pesquisas sobre a Gravidade, em janeiro de 1971, intitulado “Buracos negros”, ficou em primeiro lugar, a premiação permitiu aos Hawking comprarem um carro novo. Stephen recebia um salário da Caius e bolsas de pesquisa do DAMTP e do Instituto de Astronomia. Contudo, o orçamento da família ainda estava apertado e não foi suficiente para pagar uma escola particular para Robert quando ele atingiu idade escolar. Em vez disso, começou numa boa escola local, Newnham Croft Primary School, onde minha filha também estudaria quinze anos depois. Robert parecia estar seguindo os passos do pai, sobressaindo em matemática e aprendendo lentamente a ler, mas era uma nova época, em que “aprender lentamente a ler” não era aceito sem se tomar medidas proativas. Jane Hawking suspeitava de dislexia. Na esperança de que uma escola particular pudesse fornecer a Robert um apoio mais especializado, o pai de Stephen acabou ajudando-os. Comprou-lhes uma segunda casa, para que pudessem alugá-la e ter uma renda maior. Aos sete anos, Robert se transferiu para a Perse School, em Cambridge.

Os Hawking continuavam a tentar afastar a doença de Stephen de sua vida e não permitir que ela se tornasse a coisa mais importante no dia a dia da família. Não olhar para o futuro tornou-se um hábito. Conseguiram se sair tão bem nisso que foi uma surpresa para todo mundo quando Jane Hawking comentou sobre as dificuldades terríveis que enfrentavam de vez em quando. Ao conversar sobre as honras que seu marido recebera, ela contou para o entrevistador: “Não diria que [este sucesso impressionante transforme] toda a escuridão em algo válido. Acho que nunca conseguirei reconciliar em minha mente os balanços do pêndulo que experimentamos, das profundezas do buraco negro até as alturas dos prêmios brilhantes”. Julgando por tudo que Stephen Hawking escreveu, ele mal notava as profundezas. Falar sobre elas a não ser de maneira bem casual, que era o máximo que se permitia, era para ele uma forma de se entregar, uma derrota, e podia corroer sua indiferença resoluta em relação a seus problemas. Na maior parte do tempo, continuava recusando-se a discutir sua doença até mesmo com Jane, mas isso, para ela, não diminuía o gorila que habitava sua sala.

Jane lembra-se de que não conseguir cuidar dos filhos ou brincar com eles de forma ativa era difícil para Stephen. Ela ensinou Robert, e depois Lucy e Timmy, a jogar críquete (“Posso levá-los para passear!”, animava-o), e provocava o marido dizendo que, ao contrário de outras esposas, não ficava surpresa ou chateada quando descobria que ele era inútil para cuidar da casa ou das crianças.

A inutilidade prática de Hawking tornou-se um dos efeitos colaterais positivos de sua doença. Talvez gastasse um bom tempo para se levantar e ir para a cama, mas ele não precisava cuidar da casa, consertar pequenas coisas, cortar a grama, programar viagens, preparar a mala, fazer a programação de palestras ou atuar em funções administrativas, que consomem tempo, no DAMTP

ou na Caius. Tais atividades eram deixadas para colegas e assistentes e para sua esposa. Ele podia gastar o tempo todo pensando em física, um luxo que seus colegas lhe invejavam.

Jane já previra que uma gigantesca proporção dessas responsabilidades cotidianas cairia em suas costas. Decidira, mesmo antes de se casarem, na década de 1960, que apenas um deles poderia ter uma carreira, e essa pessoa seria seu marido. Nos anos 1970, talvez em parte porque as atitudes em relação ao papel da mulher estivessem mudando, o sacrifício ainda lhe foi mais difícil de aceitar. Pensara que propiciar a Stephen o alento e a assistência de que ele tanto precisava dariam à sua vida um propósito e um significado. Mas isso não lhe dava uma identidade. A maternidade também não. Como ela observou, ainda que adorasse os filhos e “não quisesse deixar a educação deles a cargo de outra pessoa, Cambridge é um lugar muito difícil de viver se sua única identidade é como mãe de crianças pequenas”.³

Para ser justo com a comunidade acadêmica, sempre que se menciona o nome Hawking em Cambridge, é provável que alguém comente que Jane Hawking era ainda mais incrível do que Stephen. Porém, Jane não achava que sua reputação fosse tão boa. Em sua opinião, em Cambridge, “a pressão é para seguir uma vida acadêmica”.⁴ Esse, logicamente, foi o motivo que a fez decidir por voltar à universidade a fim de obter seu doutorado, mas as primeiras provas de sua tese ficaram tempo demais definhando na prateleira.

Jane tinha muito do que se orgulhar nos anos 1970. Robert e Lucy estavam bem; a carreira de Hawking como físico estava estourando rapidamente; a reputação dele como homem incrivelmente forte e bem-humorado, quando tudo pesava contra, estava se tornando lendária; e ela começava a ter sua própria ascensão acadêmica. Ao mesmo tempo, cada vez mais sentia que seu enorme e penoso papel no sucesso de Hawking era muito pouco notado. O problema dela não é incomum entre pessoas com talento para fazer as coisas parecer fáceis: os outros começam a acreditar que as coisas são fáceis para eles e deixam de dar valor ao sacrifício e esforço envolvidos. Tanto Jane como seu marido sabiam que nenhum fator de seu sucesso – provavelmente nem mesmo sua sobrevivência – teria acontecido sem a ajuda dela, mas a Jane era permitido aproveitar pouco do triunfo de Stephen. Às vezes, nas fotos em que ele aparecia, Jane era cortada, pois acreditavam que fosse uma enfermeira empurrando-lhe a cadeira de rodas. Tampouco ela conseguia acompanhar seu raciocínio matemático ou compartilhar seu prazer em fazer isso. Todavia, “a alegria e a empolgação pelo sucesso de Stephen eram tremendos”,⁵ diz. Não se arrependeu da decisão de terem se casado, mas as compensações “não aliviavam as dificuldades desoladoras de lidar, dia após dia, com uma doença neuromotora”.⁶

Apesar das dificuldades, havia muitos prazeres que os Hawking compartilhavam. Eram pais dedicados. Amavam música clássica e assistiam a concertos e peças de teatro juntos. No Natal, levavam Robert e Lucy a um show de mímica. Eles também adoravam espetáculos. Don Page, que, enquanto pesquisador de pós-graduação, viveu com os Hawking por três anos, como assistente de Stephen, lembra que Jane Hawking era “extrovertida... uma grande vantagem profissional” para seu marido.⁷ Não era raro encontrá-la no mercado fazendo compras para uma festa de sessenta pessoas. Os Hawking ficaram famosos por sua hospitalidade.

Ambos estavam muito preocupados em aumentar a consciência pública a respeito das necessidades dos deficientes e da possibilidade de eles terem vida normal, até mesmo

brilhantemente bem-sucedida e ativa. Isso não fazia tanto parte de nossa cultura na década de 1970. A Grã-Bretanha aprovava o Decreto sobre Pessoas Cronicamente Doentes e Deficientes, em 1970, mas sua implantação foi bem lenta. De vez em quando, Jane Hawking se indignava com alguma coisa e protestava. Escreveu uma carta para a diretoria do National Trust quando a Anglesey Abbey, uma mansão aberta a visitantes, próxima de Cambridge, insistia que os Hawking parassem o carro num estacionamento a mais de um quilômetro de distância, bem longe da casa.⁸ Jane logo estava adicionando campanhas pelos direitos dos deficientes à sua já compridíssima lista de atividades.

Os Hawking ganharam algumas batalhas pela acessibilidade a cadeiras de rodas. Depois de uma longa disputa burocrática sobre quem deveria pagar por isso, uma rampa foi construída na entrada dos fundos do prédio do DAMTP. O Arts Theater começou a reservar espaço para cadeiras de rodas. O Arts Cinema também fez isso. A English National Opera e o Coliseum tornaram o acesso possível. Onde não havia tal acesso, qualquer pessoa que estivesse disponível era passível de ser convocada para erguer Hawking e sua cadeira para subir e descer escadas. Na Clare Hall, uma faculdade de pós-graduação da Universidade de Cambridge, membros do Grupo de Astronomia eram regularmente intimados para essa obrigação antes e depois de seus encontros. Nem sempre era um procedimento seguro. Funcionários da Royal Opera House, em Covent Garden, derrubaram Stephen quando o carregavam por uma escadaria que dava em assentos que só eram acessíveis dessa maneira.⁹

Fé em Deus e nas leis da física

Recordando o final dos anos 1980, Jane Hawking atribuiu sua capacidade de lidar, por tantos anos, com sua vida incomum e muitas vezes difícil – uma vida sem esperanças por um futuro longo e feliz –, à sua fé em Deus. Sem isso, diz ela, “não teria conseguido encarar essa situação. Para início de conversa, não teria conseguido me casar com Stephen, porque não teria tido o otimismo de enfrentar as dificuldades, tampouco de seguir em frente”.¹⁰

A fé que a apoiou de modo tão magnífico não era compartilhada por seu marido. Era compartilhada por alguns dos colegas físicos dele, mas não era um assunto sobre o qual costumavam conversar. Se havia um lado religioso ou filosófico no confronto de Stephen Hawking com sua deficiência e com a ameaça de uma morte prematura, ele nunca falou sobre isso publicamente. Contudo, parece evidente, em seus livros *Uma breve história do tempo* e *O grande projeto*, que Deus nunca está longe da mente de Hawking. Ele contou a um entrevistador: “É difícil discutir o início do universo sem mencionar o conceito de Deus. Meu trabalho sobre a origem do universo está na fronteira entre a ciência e a religião, mas tento permanecer no lado científico da fronteira. É bem possível que Deus aja de formas que não podem ser descritas por leis científicas. Mas, nesse caso, seria necessário seguir por crenças pessoais”.¹¹ Perguntado se acreditava que sua ciência competia com a religião, respondeu: “Caso tivesse essa atitude, Newton [que era um homem muito religioso] não teria descoberto a lei da gravidade”.¹²

Hawking disse que não era ateu, mas preferia “usar o termo Deus como a personificação das

leis da física”.[13](#) “Não é necessário apelar a Deus para definir as condições iniciais do universo, mas isso não prova que não exista Deus – apenas que ele age por meio das leis da física.”[14](#) Porém, Hawking, definitivamente, não acreditava em um Deus pessoal, que cuida de todos os seres humanos de maneira individual, se relaciona com eles de uma forma poderosa e transformadora e realiza milagres. “Somos criaturas muito insignificantes de um planeta menor, de uma estrela bem mediana, na periferia de uma de centenas de milhares de milhões de galáxias. Assim, é difícil acreditar em um Deus que se preocuparia conosco ou até mesmo notasse nossa existência.”[15](#) Einstein era da mesma opinião de Hawking. Outros, incluindo alguns colegas físicos de Hawking, concordavam com Jane Hawking e consideravam esta uma visão tristemente limitada de Deus, argumentando que é igualmente difícil acreditar que todas as pessoas inteligentes e racionais (entre elas, uma boa quantidade de cientistas) que dizem ter sentido a presença de um Deus pessoal estejam, de alguma forma, enganadas. Essa enorme diferença de percepção não poderia ser mais visivelmente ilustrada do que nas opiniões de Stephen e Jane Hawking.

“Costumava ficar muito incomodada com a afirmação de Stephen de que não acredita em um Deus pessoal”,[16](#) recorda Jane. Em 1988, disse a um entrevistador: “Ele está adentrando espaços que realmente importam para pessoas pensantes e de uma forma que pode causar um efeito bastante perturbador nelas. Há um aspecto em seu pensamento que considero cada vez mais entristecedor e difícil de aceitar. É a sensação de que, como tudo é reduzido a uma fórmula racional, matemática, essa deva ser a verdade”.[17](#) Parecia a ela que não havia espaço na mente de seu marido para a possibilidade de que a verdade revelada em sua matemática talvez não fosse a verdade completa. Um ano depois, ela mudou um pouco sua percepção: “Conforme se envelhece, é mais fácil ter uma visão mais ampla. Acho que o ponto de vista dele é muito diferente do de todas as outras pessoas, devido à sua condição e às circunstâncias em que vive... ser um gênio quase totalmente paralisado... e ninguém consegue entender quais seriam suas percepções de Deus e quais seriam suas relações com Ele”.[18](#)

A verdade talvez tivesse de ser matemática, mas a física, para Hawking, não era tudo na vida. “A física”, disse a um entrevistador, “é muito boa em tudo, mas é totalmente fria. Não poderia seguir com minha vida se tivesse apenas a física. Como todo mundo, preciso de ternura, amor e afeto.”[19](#)

Um bem incomum

No final da década de 1960, talvez tenha sido um ato de generosidade dos departamentos da faculdade e da universidade de Hawking manter um jovem físico que não tinha muito tempo de vida e que poderia não contribuir muito para o departamento no que se referia a palestras e aulas. O DAMTP, desde o início, dispensara Hawking de dar muitas aulas, permitindo-lhe que se concentrasse em sua pesquisa e alguns poucos seminários e orientandos. Na metade dos anos 1970, a Caius e a universidade começaram a perceber que haviam feito um grande favor para si mesmos. Ele se tornara um bem considerável.

Entretanto, em Cambridge, mentes e personalidades extraordinárias não são raras. Surgem em um departamento ou outro da universidade com certa constância. É um ambiente saudável para gênios. Não importa a admiração que recebam do restante do mundo, dentro da academia são apenas mais um. Mesmo no final da década de 1970, quando Hawking já havia se tornado uma espécie de lenda, ele e todo o seu equipamento especial – máquinas para virar-lhe as páginas, terminais de computadores com controles especiais para que possa usá-los como lousas – ainda compartilhavam um escritório apertado com outro pesquisador.

Seus problemas de comunicação estavam ficando ainda mais severos. No início dos anos 1970, ainda era possível travar uma conversa normal com Hawking. Porém, no fim da década e início dos 1980, quando sua fala tornou-se tão indistinta que apenas sua família e amigos próximos conseguiam entendê-lo, o trabalho de “intérprete” frequentemente caía sobre as costas de um estudante pesquisador. Michael Harwood, que mais tarde entrevistou Hawking para o *The New York Times*, descreveu o processo: “Don Page, sentado a seu lado, aproxima-se para escutar as palavras indistintas, balbucia cada frase para garantir que entendeu bem, às vezes para e pede que repita, às vezes fala uma frase novamente para Hawking para ter certeza, e se corrige”.²⁰ Outro entrevistador recorda que, muitas vezes, achava que Hawking tinha terminado uma sentença, mas logo descobria, com a “interpretação”, que ele havia falado apenas uma palavra. Hawking escrevia seus artigos científicos ditando-os, em seu modo vagaroso, para sua secretária. Mas estava aprendendo a declarar ideias com a menor quantidade de palavras possível e ir direto ao ponto em artigos e discussões científicas.

O que ele dizia com aquelas poucas palavras recebia atenção no mundo todo. A procissão de prêmios e reconhecimento havia ficado muito maior logo depois que Hawking anunciou sua descoberta de buracos negros que explodem. Na primavera de 1974, foi nomeado para a Royal Society, uma das associações científicas mais prestigiadas do mundo. Aos 32 anos, era jovem para essa honraria. Durante o ritual de posse, uma cerimônia que vem desde o século XVII, os novos membros andam até o pódio para escrever seu nome em livro cujas primeiras páginas contêm a assinatura de Isaac Newton. Aqueles presentes à investidura de Hawking lembram que o presidente da sociedade, sir Alan Hodgkin, ganhador do Prêmio Nobel em biologia, quebrou a tradição e levou o livro até Hawking na primeira fila. Hawking ainda conseguia escrever seu nome, com muito esforço, mas levou um bom tempo para isso. O grupo de cientistas eminentes aguardou respeitosamente. Quando Hawking terminou e ergueu a cabeça, com um sorriso largo, recebeu uma ovação.

Naquela mesma primavera, os Hawking aceitaram, animadamente, um convite do Instituto de Tecnologia da Califórnia, onde Kip Thorne era professor, para passar lá o ano acadêmico de 1974-1975. Hawking seria um Sherman Fairchild Distinguished Scholar. A oferta incluía um excelente salário, uma casa, um carro e até mesmo uma nova cadeira de rodas elétrica. Todas as despesas médicas seriam cobertas (o Departamento Britânico de Saúde não cobria despesas fora do país), assim como as escolas de Robert e Lucy.

Na primavera em que surgiu a oferta, fazia quase quatro anos que os Hawking haviam comprado e reformado sua casa na Little St. Mary’s Lane. As viagens de Stephen subindo e descendo a escada, nessa época realizadas segurando-se nas colunas que sustentavam o corrimão

e usando apenas a força de seus braços para se erguer, degrau a degrau, até o segundo andar, foram por um tempo uma boa terapia física. Mas estavam, por fim, se tornando impossíveis. A Caius College optou por ser mais prestativa com a moradia do que quando os Hawking eram recém-casados. Havia um novo tesoureiro, que lhes ofereceu um apartamento térreo espaçoso, em uma mansão de tijolos de propriedade da faculdade, na West Road, não muito longe do portão dos fundos da King's College. A acomodação naquela casa, com uma família de professor tendo o andar térreo, bem elegante ainda que um pouco precário nos detalhes, com os alunos de pós-graduação nos quartos acima, não era rara naquela época em Cambridge. O apartamento que a Caius ofereceu tinha pé-direito alto e janelas grandes, e exigia apenas uma pequena modificação e reforma para ficar mais adequado para a família e conveniente para uma cadeira de rodas. Esse trabalho poderia ser realizado enquanto Stephen estivesse na Califórnia. Eles poderiam se mudar quando retornassem. Com exceção de um estacionamento de cascalhos na frente, a casa era rodeada por plantas cuidadas pelos jardineiros da Caius College, que também se dispunham a escutar as sugestões e projetos de paisagismo de Jane Hawking. Seria um lar ideal para a infância das crianças Hawking.

Embora já tivesse desistido de subir escadas, Hawking ainda conseguia se alimentar e deitar e levantar sozinho da cama, mas essas ações também estavam ficando cada vez mais difíceis. Jane ainda conseguia se virar sem a ajuda de outras pessoas, trabalhando dobrado para tentar manter a vida dele a mais normal possível sob aquela condição deteriorante, propiciar que Stephen seguisse com seu trabalho e, ao mesmo tempo, cuidar para que Robert e Lucy não deixassem de ter uma infância normal. De vez em quando, conseguia achar algum tempo para trabalhar na sua tese. Mas os Hawking sabiam que algo precisava ser mudado.

Já planejando a viagem para a Califórnia, Jane, durante o feriado de Páscoa, propôs uma nova solução para cuidar de Stephen – uma que ele pudesse aceitar sem sentir que fosse uma concessão ou derrota para o medo. Eles iniciariam o costume de solicitar a um aluno de pós-graduação ou pesquisador pós-doutor que morasse e viajasse com eles. Em troca de acomodação grátis e da atenção extra de Hawking, o aluno o ajudaria a se preparar para dormir e se levantar. Quando os Hawking partiram para a Califórnia, Bernard Carr, um estudante de pós-graduação, os acompanhou.

Jane Hawking reservou os voos e, com a ajuda de Bernard Carr, empacotou e transportou os pertences, duas crianças pequenas, marido e equipamento especializado para o sul da Califórnia, com uma eficiência que assustou seus amigos.

Um lugar ao sol

Em agosto de 1974, Kip Thorne encontrou os Hawking no aeroporto de Los Angeles numa novíssima camioneta norte-americana, que seria deles enquanto estivessem lá. Fora um voo longo, saindo de Londres e passando sobre o polo Norte, mas a família reviveu com o ar lânguido do sul da Califórnia, enquanto Kip manobrava pelas autoestradas que cruzavam a grande cidade, com seus arranha-céus e palmeiras incrivelmente altas, até Pasadena, a dezesseis quilômetros a

nordeste do centro de Los Angeles.^{[21](#)}

Chegaram, no comecinho da noite, à casa que fora preparada para eles – uma agradável residência com telhas brancas e luzes brilhando em todas as janelas. A casa ficava na mesma rua que o *campus* da Caltech, e de lá se tinha uma vista das montanhas. Jane a descreveu em uma carta que escreveu, naquele mesmo dia, para seus pais na Inglaterra: “É elegante por dentro e linda por fora. As pessoas devem achar que estamos acostumados a um padrão de vida astronômico. Se soubessem...”.^{[22](#)}

Stephen, Jane e as crianças encontraram beija-flores no pórtico, um enorme carvalho da Califórnia no jardim, que podia ser escalado, uma televisão e vários banheiros. No *campus* próximo, havia uma piscina. Era fácil chegar, de carro, até a Disneylândia. A nova cadeira de rodas elétrica de Stephen, de última geração, o aguardava. Como um piloto de corridas testando um modelo novo, mais rápido e mais manobrável, Hawking ficou zanzando, descobrindo o que ela podia fazer, parando para permitir que os engenheiros fizessem ajustes.

Enquanto os Hawking se adaptavam à sua vida californiana, uma experiência nova e um tanto perturbadora, que já era esperada, eram os frequentes tremores e, de vez em quando, um terremoto bem assustador. Seus vizinhos e os colegas de Hawking na Caltech pareciam estar acostumados a isso e garantiram a Jane e Stephen que tremores frequentes e pequenos diminuía a probabilidade de ocorrerem terremotos grandes e perigosos. A casa e seus ocupantes aguentariam firmes o ano inteiro sem nenhum dano.

A escola de Robert e Lucy era a Pasadena Town and Country. Lucy, com três anos de idade, gostou tanto do primeiro dia que decidiu ficar o dia inteiro lá em vez de apenas no período para o qual estava matriculada. Quando sua mãe foi buscá-la, ela havia sumido. Os docentes, em pânico, a encontraram almoçando calmamente na lanchonete com algumas crianças mais velhas. Robert descobriu uma nova função para si, tornando-se muito valioso para sua mãe: servia como mestre em se localizar pelas autoestradas de Los Angeles, parecendo ter um mapa detalhado da cidade em sua mente de sete anos. Bernard Carr mergulhou de cabeça na vida estudantil da Caltech e saía para festas quase todas as noites, depois de levar Hawking para a cama. Depois das festas, ficava acordado a noite toda assistindo a filmes de terror. Felizmente, Stephen também não era adepto de acordar muito cedo.

Jane se viu envolta em um redemoinho social, e os Hawking se divertiam quase constantemente. É raro nas faculdades de Cambridge, com a notável exceção da Clare Hall, que as esposas façam parte da vida social, como aconteceu com Jane na Caltech. Ela gostou muito da mudança, mas também a considerou um pouco exaustiva. Além de suas novas amigas locais, recebia visitas do exterior, amigos e família, incluindo os pais de Jane e a mãe e a tia de Stephen. Philippa, a irmã de Stephen, veio de Nova York, onde morava. A residência Hawking, tão próxima do *campus*, era local de constantes festas para o Grupo de Relatividade da Caltech.

A espontaneidade e o discurso franco dos californianos foram uma surpresa e, para Jane, uma agradável mudança do retraimento e da completa rejeição que ela e seu marido se acostumaram a encontrar na Inglaterra. Não era fácil, devido aos problemas de fala de Stephen, para aqueles que não o conheciam bem travar uma conversa com o casal, mas os californianos pareciam bem dispostos a tentar. Stephen Hawking estava se tornando uma celebridade

internacional em seu campo quando chegou à Caltech, e por isso recebia tratamento de estrela. Na verdade, caso tivessem, no início, sido introduzidos em Cambridge da mesma forma, a recepção que ele e Jane teriam nos círculos da universidade seria caracterizada também pela atenção especial que tiveram em Pasadena.

Para um acadêmico em ano sabático no exterior, o tempo passado longe de casa, muitas vezes, não é apenas um grande incentivo para a criatividade e a energia intelectual do estudioso, mas também um divisor de águas para outros membros da família. E assim foi com os Hawking. Um amigo de Robert, de oito anos, viciado em computador, deixou o menino empolgado com o campo que acabaria se tornando sua carreira: tecnologia da informação. A mulher de um professor convidou Jane para participar de uma aula noturna de coral, um grupo que se reunia semanalmente para cantar para um projeto musical maior – foi a introdução de Jane em um passatempo que se tornaria sua paixão e a acompanharia por muitos anos.

Hawking tinha um escritório com ar-condicionado, além de rampas espalhadas por todo o *campus*. Ele tomava sol na companhia de outros importantes pesquisadores e jantava alegremente como convidado de honra nas “casas” de estudantes. O Instituto de Tecnologia da Califórnia era, e é, um dos grandes centros mundiais para o estudo da física e de pesquisas em física. É uma instituição menor do que Cambridge ou Oxford, mas no corpo docente estão alguns dos acadêmicos mais destacados do mundo, líderes indiscutíveis em seus campos. Para Hawking, abundavam novos colegas e ideias estimulantes, atraindo sua atenção para áreas que ainda não havia explorado e para novas maneiras de abordar os problemas com os quais já estava trabalhando. Foi lá que ele conheceu Don Page, na época um graduando da Caltech, que teria papel importante no futuro de Stephen. Page e Hawking escreveram um artigo, naquele ano, sugerindo que explosões de buracos negros primordiais podiam ser observadas como explosões de raios gama.²³ Richard Feynman e Murray Gell-Mann, arquirrivais lendários, também estavam na Caltech, e Hawking assistiu a suas palestras. Ambos eram físicos de primeira no estudo de partículas, não cosmólogos, mas Hawking, a cada dia que passava, sentia mais necessidade de conhecimento em física de partículas em seu estudo sobre buracos negros, e essa era uma oportunidade inestimável. Pouco tempo depois, estaria empregando a teoria de Feynman de “soma sobre histórias” em um novo método para explorar as possibilidades de descrever a origem do universo. Jim Hartle, a quem Hawking havia conhecido em Cambridge e que estava na Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara, passou algum tempo na Caltech naquele ano, e ele e Hawking desenvolveram a descrição da radiação Hawking que o leitor deve ter conhecido no capítulo 6.²⁴

Hawking não passou o ano inteiro em Pasadena. Pouco antes do Natal, reuniu-se com o amigo e colega George Ellis para participar de uma conferência em Dallas, e em abril foi convidado para ir até Roma receber, do papa Paulo VI, a medalha Papa Pio XII, oferecida “a um jovem cientista pelo trabalho notável”. Hawking estava animado com a possibilidade de ver, na Biblioteca do Vaticano, o documento em que Galileu desmentira, sob pressão extrema e ameaça de tortura, sua descoberta de que a Terra circunda o Sol. Hawking aproveitou a oportunidade para iniciar uma campanha por um pedido de desculpas formal a Galileu, a quem a Igreja Católica havia tratado tão mal três séculos e meio antes. Essa desculpa não demoraria muito a

aparecer.

Foi na Califórnia que Hawking começou a pensar seriamente em um problema que o deixaria em divergência com alguns colegas por muitos anos: a perda de informação em buracos negros. Mais tarde, examinaremos o que significa “informação” nesse contexto. Por enquanto, o leitor deve pensar em informação como algo que tenha a ver com tudo que foi aproveitado na formação do buraco negro e tudo que caiu lá dentro desde então. Seria essa perda irrevogável? Qual seria seu significado para nossa capacidade de compreender o universo e fazer previsões? Poderia realmente representar uma ruptura da física? Foi este o título de um artigo que escreveu naquele ano: “Ruptura da física no colapso gravitacional”. Quando finalmente foi publicado, em novembro de 1976, ele mudara o título para algo menos chocante, a não ser que se parasse para pensar a respeito: “Ruptura da previsibilidade no colapso gravitacional”.[25](#)

E, logicamente, havia Kip Thorne, o querido amigo e colega que fora fundamental em tornar possível toda a visita. Thorne e Hawking colocaram suas assinaturas (a digital do polegar de Hawking) em um documento que registrava sua primeira aposta famosa: teria o sistema estelar binário Cygnus X-1 um buraco negro?

Penthouse versus Private Eye

A pré-história da aposta de Thorne e Hawking começou em 1964, antes até de John Wheeler cunhar o nome “buraco negro”. Naquele ano, Yakov Zel’dovich e Oktay Guseinov, seu aluno de pós-graduação no Instituto de Matemática Aplicada em Moscou, começaram a combinar as listas de muitas centenas de sistemas estelares binários que astrônomos haviam observado e catalogado. Buscavam estrelas que tivessem muita massa, e fossem muito compactas, a ponto de só poderem ser um buraco negro. A busca por candidatos a buraco negro havia começado e não era uma tarefa muito simples. Tais candidatos são, por natureza, invisíveis a um telescópio óptico.

A fim de entender o que são sistemas estelares binários e por que são bons lugares para buscar buracos negros, imagine uma cena descrita por John Wheeler. Em um salão de baile a meia-luz, todas as mulheres usam vestido branco. Alguns homens também usam branco, mas alguns poucos estão com traje preto formal. Ao assistirmos aos casais valsando, de um balcão, sabemos que *há* duas pessoas em cada par, mas em alguns casos vemos apenas uma pessoa, a mulher de branco.

Um sistema binário estelar consiste de duas estrelas rodando uma em volta da outra, como o homem e a mulher em um dos casais de Wheeler. Em alguns sistemas binários, apenas uma estrela é visível. Como sabemos que há duas estrelas? No salão de baile, ao observar o movimento da mulher visível, fica bastante óbvio que ela deve ter um parceiro. Da mesma forma, ao estudar o movimento de algumas estrelas, é possível concluir que elas não estão sozinhas.

Uma estrela aparentemente sozinha, mas em movimento, como se tivesse um parceiro, nem sempre significa um buraco negro. O companheiro invisível pode ser uma estrela pequena, de baixo brilho, de baixa temperatura – uma anã branca ou uma estrela de nêutrons. Calcular a

massa dessas estrelas é complicado, e massa é um dado estatístico vital quando se tenta determinar se alguma coisa é um buraco negro ou não. É preciso dizer que, mais uma vez, essa era a informação que os astrônomos nos anos 1960 começavam a encontrar maneiras de obter a partir dos movimentos da estrela visível.

Em 1966, Zel'dovich e seu colega Igor Novikov decidiram que identificar fortes candidatos a buraco negro exigiria usar ao mesmo tempo telescópios ópticos e detectores de raios X. A observação de raios X indica uma fonte de energia considerável que possibilita sua emissão e uma matéria caindo na direção de um buraco negro ou estrela de nêutrons é uma das melhores formas de liberar energia. Em um sistema binário, é isso que acontece quando uma estrela muito compacta ou um buraco negro retira matéria de sua estrela companheira. Assim, os pesquisadores buscavam sistemas binários em que um parceiro aparecesse brilhando na parte visível do espectro, mas que ficasse escuro na parte do raio X; enquanto o outro parceiro ficava escuro na parte visível do espectro, mas brilhava no raio X.

Cygnus X-1 era um candidato muito promissor. Tratava-se de um sistema binário em que uma estrela opticamente brilhante, mas escura no raio X, orbitava com um companheiro opticamente escuro, mas brilhante no raio X. Esse sistema está em nossa galáxia, a aproximadamente seis mil anos-luz da Terra. As duas estrelas completam uma órbita em 5,6 dias. Um telescópio óptico releva o que parece ser uma estrela gigante azul, muito fraca para ser detectada a olho nu. Estudos do efeito Doppler em sua luz mostram que ela deve ter uma companheira. Cygnus X-1 é essa companhia. Não há como ser vista com um telescópio óptico, mas, utilizando-se raio X, é um dos objetos mais brilhantes no céu. A emissão de raio X flutua violenta e caoticamente, como se imagina que acontece quando matéria cai na direção de um buraco negro ou de uma estrela de nêutrons. A massa de Cygnus X-1 é de, no mínimo, três massas solares, talvez mais do que sete, mas o mais provável é que tenha cerca de dezesseis massas solares. Em dezembro de 1974, essa incerteza nos cálculos de sua massa possibilitou a aposta entre Hawking e Thorne. Cygnus X-1 era um excelente candidato a buraco negro, mas especialistas tinham apenas 80 por cento de certeza de que se tratava de um buraco negro, e não uma estrela de nêutrons.

O documento da aposta apresentava os seguintes termos: se Cygnus X-1 fosse um buraco negro, Hawking daria a Thorne um ano de assinatura da revista *Penthouse*. Se não fosse um buraco negro, Thorne daria a Hawking quatro anos de assinatura de *Private Eye*. Hawking chamou essa aposta surpreendente, contra a possibilidade de Cygnus X-1 ser um buraco negro, de “apólice de seguro”. “Fiz muitos estudos sobre buracos negros, e tudo seria perdido se descobríssemos que eles não existem. Mas, nesse caso, meu prêmio de consolação seria ganhar a aposta.” O documento da aposta foi emoldurado e pendurado na parede do escritório de Thorne na Caltech, aguardando o avanço da ciência.

Infelizmente, conforme o ano na Califórnia se aproximava do fim, os sentimentos de depressão, carência e baixa autoestima que haviam atormentado Jane ainda em Cambridge a pegaram novamente. Ela começou a reavaliar o redemoinho social daquele ano em Pasadena e a vê-lo como uma espécie de escapismo frenético desses problemas. Sentia que havia se tornado uma presa fácil para o argumento do movimento de liberação das mulheres de que uma esposa

que não trabalhava fora deveria se considerar um fracasso, sem nenhuma realização pessoal.[26](#) Jane concluiu que esse, de fato, era o sentimento prevalecente entre as esposas desempregadas de professores que conhecera. Passeios com elas para museus e galerias de arte e jogos agora lhe pareciam apenas tentativas tristes e delicadas dessas mulheres para compensar o vazio de suas vidas. Uma amiga ponderada e perspicaz, percebendo em Jane a mulher incrível que era, e talvez sentindo que ela não era capaz de dar valor a si mesma, deu-lhe um broche de pérola no dia em que Stephen Hawking recebeu sua medalha papal, dizendo que ela, Jane, merecia ganhar algo também.[27](#)

“Cientistas costumam acreditar que há uma correspondência única entre o passado e o futuro, causa e efeito. Quando se perde informação, não é o que acontece”

De volta a Cambridge, após a estada na Califórnia, os Hawking se estabeleceram em sua nova residência na West Road. Para Stephen, depois de um ano numa cadeira de rodas elétrica, que se movia mais rapidamente e podia ser usada tanto em espaços abertos como em fechados, não havia como voltar ao modelo antigo. Seu pedido, para o Departamento de Saúde do Reino Unido, por uma cadeira como a que tivera na Califórnia foi rejeitado. Os Hawking usaram todas as suas economias para adquiri-la por conta própria.

Nesse novo veículo, a jornada diária até o DAMTP, na Silver Street, levava cerca de dez minutos, não pelo caminho mais curto, mas por um mais agradável e menos congestionado. Ele seguia por uma trilha cheia de curvas, ladeada por árvores, através da King's College, que o levava até o “Backs”, passando por campos com vacas pastando e gramados imaculadamente cortados, cruzando o rio Cam por uma ponte de pedras abaulada atrás da capela do College. De lá, podia optar: usar uma entrada lateral da King's e, por meio de uma rua bem tranquila, chamada Queens' Lane, passar sob as sombras dos portões medievais da Queens' College para chegar à Silver Street, ou sair da King's por seu portão principal e entrar na movimentada King's Parade, e então virar à direita na Silver Street. Por qualquer caminho, o cruzamento perigoso dessa passagem estreita e movimentada representava um risco mórbido, animando uma jornada antes calma demais. Nos fundos de seu prédio havia uma rampa. Stephen calculava para chegar lá perto das onze da manhã. Alan Lapades, o novo aluno assistente de Hawking, às vezes o acompanhava na jornada, mas na maior parte do tempo Stephen ia sozinho, com a cadeira de rodas de última geração lhe propiciando independência.

No outono de 1975, Hawking havia completado os seis anos da Caius Fellowship for Distinction in Science (Bolsa Caius para Excelência em Ciência). Ainda que não pudesse fazer palestras, era um tutor muito bom, disposto a gastar tanto tempo conversando com seus alunos que alguns colegas ficavam se perguntando como ele conseguia realizar seu próprio trabalho. A Universidade de Cambridge colocou um fim nos rumores de que ele pudesse emigrar permanentemente para os Estados Unidos, ao oferecer-lhe um cargo e também uma secretária, Judy Fella. A moça foi um acréscimo valioso e glamoroso para o DAMTP e um presente dos céus para Stephen e Jane. O fato de ele ter uma secretária aliviou Jane do fardo de cuidar de toda a

programação e reservas de viagens de Hawking. Jane, mais uma vez, pôde se concentrar em sua tese, até então negligenciada, e investir em seu novo interesse musical, fazendo aulas de canto.

No verão de 1975, o caminhão da rede de televisão bbc entrou pela West Road até o pátio dos Hawking e arrastou cabos para dentro da casa, a fim de filmar Stephen para um documentário, *A chave do universo*, e depois na Silver Street para registrar um seminário no DAMTP. Invasões da mídia como essa, que aconteceriam muitas vezes no futuro, atropelavam outros interesses e prioridades de colegas, estudantes, corpo docente e família. Ao longo dos anos, acabariam se tornando um estorvo, mas nas primeiras vezes era bem divertido.

O plano de Jane de ter um aluno assistente morando com eles estava funcionando bem, e Hawking estava ansioso para que Don Page, a quem conhecera na Caltech, viesse a Cambridge preencher essa posição. Page não apenas se tornara um amigo íntimo, mas era também um colega físico extremamente promissor. Estava terminando seu doutorado e pensava em temas para o pós-doutorado, e Hawking conseguiu para ele uma bolsa de três anos na otan. Pouco antes do Natal de 1975, esse jovem incrivelmente alto, com uma voz poderosa, juntou-se ao lar dos Hawking em West Road.

Para Hawking, um agnóstico na fronteira do ateísmo, Don era uma escolha inesperada – intelectualmente brilhante, escrupulosamente moral, mas devoto e sinceramente religioso. Nas jornadas entre a residência e a Silver Street, não conversava apenas sobre temas de física, mas muitas vezes enveredava por discussões sobre o que tinha lido na Bíblia naquela manhã. Stephen se defendia com simpáticas provocações céticas, mas respeitava as opiniões e a fé de Don. O rapaz continuaria seu amigo pessoal – além de um colaborador muito valioso – por bom tempo depois que sua assistência acabou.

Com Judy Fella no escritório e Don Page em casa, parte da responsabilidade por Stephen tinha saído de cima dos ombros de Jane Hawking. Pela primeira vez em muitos anos, Stephen viajou sem ela, no verão de 1977, quando Page o acompanhou numa nova visita à Caltech que durou várias semanas.

Foi mais ou menos nessa época que Hawking e outros jovens membros da academia foram convidados para ir a Londres a fim de assistir à admissão do príncipe Charles na Royal Society. O príncipe ficou intrigado com a cadeira de rodas de Stephen, e este, girando-a para lá e para cá a fim de mostrar o que ela podia fazer, acabou passando sobre o pé de Charles. Logo surgiu uma fofoca de que passar sobre o pé de alguém nem sempre era accidental, e até surgiu um boato de que um arrependimento de Hawking na vida era não ter tido uma oportunidade de passar sobre os pés de Margaret Thatcher. Dizia-se que as pessoas que o incomodavam acabavam se tornando um alvo. “Um boato malicioso”, insistia Hawking. “Mas vou passar a cadeira sobre o pé de quem repetir isso.”¹

No outono de 1977, dois anos depois de seu novo contrato ter começado, a Universidade de Cambridge promoveu Hawking a titular de física gravitacional, com um bem-vindo aumento de salário. Era agora um “professor”, uma distinção muito mais rara de se obter em Cambridge e na maioria das universidades inglesas do que em uma americana.

Foi em dezembro de 1977, quando Jane entrou no coro da St. Mark’s Church, na Barton Road, para a temporada de canções natalinas, que ela conheceu um jovem chamado Jonathan

Hellyer Jones, que era o organista de lá. Jonathan era um músico talentoso, muitos anos mais novo do que Jane e Stephen. Havia pouco, perdera sua esposa por leucemia, um ano após terem se casado. E a residência dos Hawking se tornou um abrigo para ele. Jane e Stephen davam-lhe apoio emocional, mas Jonathan também lhes era muito útil – ensinando piano para Lucy, então com sete anos, e se voluntariando para ajudar nas necessidades físicas de Stephen. Jane foi aceita na paróquia de St. Mark. Também conseguiu, enfim, encontrar tempo para começar a trabalhar seriamente no capítulo final de sua tese.

Talvez fosse inevitável que esse jovem – íntima e generosamente envolvido com a família, um presente dos céus para Jane enquanto ela se esforçava para cumprir suas tarefas de cuidadora, dona de casa, doutoranda e mãe e compartilhando sua fé e seu amor pela música – se tornasse mais do que um amigo prestativo e apoiador. Jane não escondeu de Stephen quando ela e Jonathan passaram a ter uma ligação romântica. Hawking aparentemente aceitou, dizendo nada além de que, como Jane escreveu, “não criaria objeções, desde que eu continuasse amando-o”.² Depois disso, raramente conversaram sobre o assunto, e o relacionamento de Jane com Jonathan permaneceu platônico por um bom tempo. “Tentamos manter nosso código de conduta na frente de Stephen e das crianças, contendo demonstrações de afeto.” Eles não foram morar juntos. Jane viu isso como um ato de autossacrifício: “Jonathan e eu lutamos contra nossas próprias consciências e decidimos que o bem maior – a sobrevivência da unidade familiar, o direito de Stephen morar em uma casa onde houvesse essa unidade e o bem-estar das crianças – sobrepujava a importância de nosso relacionamento”.³ O segredo deles estava tão bem guardado que apenas um pequeno círculo de familiares e amigos estava ciente daquele caso, e, se Jane e Jonathan causaram alguma tristeza, ou pudessem ter causado, em Stephen, ele guardou isso para si.

No outono de 1978, Jane ficou grávida novamente. Tendo não apenas Don Page e Judy Fella, mas também Jonathan a bordo, decidiu definir uma data-limite para terminar sua tese, antes de o bebê nascer durante a primavera. Era agora ou nunca. No inverno, deixou esse trabalho de lado por alguns dias a fim de organizar um concerto beneficente para levantar fundos para a recém-formada Associação de Doenças Neuromotoras, da qual Stephen era patrono. Jane começava a ser uma presença constante no mundo musical de Cambridge.

O terceiro filho dos Hawking, Timothy, nasceu em abril, no domingo de Páscoa. Para comemorar outra data, de cem anos antes, Hawking e Werner Israel celebraram o aniversário de nascimento de Albert Einstein (14 de março de 1879) convidando colegas para contribuir com artigos para um livro que refletisse as pesquisas mais recentes sobre relatividade geral. A introdução prenunciou o tema da palestra inaugural de Hawking como professor lucasiano, comentando o “sonho de Einstein de uma teoria completa e consistente que unificasse todas as leis da física”.⁴

Hawking recebeu inúmeros grandes prêmios internacionais e doutorados honorários na segunda metade da década de 1970, incluindo a Medalha Hughes da Royal Society em homenagem a “uma descoberta original nas ciências físicas” para “reconhecidas contribuições para a aplicação da relatividade geral à astrofísica”, e, em 1978, o cobiçado Prêmio Albert Einstein, da Lewis and Rosa Strauss Memorial Fund, nos Estados Unidos. A premiação não

ocorre todos os anos, e é a distinção norte-americana mais prestigiada no campo da física. Um doutorado honorário veio, no verão de 1978, de sua alma mater, Oxford. O reconhecimento mais significativo de todos para o futuro de Hawking, no outono de 1989, aconteceu quando a Universidade de Cambridge deu-lhe o venerável título de professor lucasiano de matemática. E, enfim, obteve um escritório particular. O impressionante tomo em que cada novo docente da universidade inscreve seu nome foi-lhe trazido mais de um ano depois. De certa maneira, essa formalidade fora negligenciada antes. “Assinei com muita dificuldade. Foi a última vez que escrevi meu nome.”⁵

No fim do inverno e início da primavera de 1980, a batalha que Hawking travava por sua independência atingiu um ponto crítico. Martin Rees era, à época, o titular de outra cadeira prestigiada em Cambridge, a de professor plumiano de astronomia. Conhecia os Hawking desde antes de seu casamento e testemunhara, de perto, o sucesso ascendente de Stephen enquanto cientista e seu inexorável declínio físico. Em algum momento do final do inverno e início da primavera, Rees convidou Jane para uma conversa no Instituto de Física. Pouco antes, quando uma gripe forte ficou mais séria, a qual Jane também contraiu e demorou para se curar, Stephen, sob recomendação do médico de família, fora passar um tempo numa casa de repouso, até que ambos se recuperassem. Rees temia que essa fosse a primeira de muitas vezes que os Hawking não conseguiriam se virar sem ajuda adicional. Ele se ofereceu para encontrar alguém que ajudasse financeiramente a pagar a casa de repouso por um determinado período.

Hawking não queria nem pensar nisso. Aceitar seria ceder para sua doença e significaria o início de uma intrusão importuna e impessoal em sua vida. Ele se tornaria um paciente. Depois de pensar um pouco, porém, mudou de ideia. Haveria vantagens. Estaria muito mais livre para viajar, nem sempre dependendo de sua esposa, amigos e alunos. O que, de início, vira como uma perda de independência poderia ser, em vez disso, um ganho.

Supergravidade $N = 8$

A palestra inaugural lucasiana de Hawking, “Estaria o fim da física teórica se aproximando?”, com a qual este livro começou, aconteceu em 29 de abril de 1980. Nela, escolheu a supergravidade $N = 8$ como principal candidata a Teoria de Tudo. Não se tratava de uma teoria sua, mas parecia extremamente promissora, a ele e a muitos outros físicos. A supergravidade surgiu da ideia da supersimetria, uma teoria que sugeria que todas as partículas que conhecemos têm parceiros supersimétricos, partículas com a mesma massa, mas com “spin” diferente.

Em *Uma breve história do tempo*, Hawking sugere que é melhor pensar em spin como a aparência de uma partícula ao ser girada. Uma partícula com spin zero é como um ponto. Tem a mesma aparência, não importando de onde seja observada e não importando como seja girada. Um partícula com spin 1 é como uma seta: é preciso que faça uma rotação completa (360 graus) para ter a mesma aparência de quando começou. Uma partícula com spin 2 é como uma seta com duas pontas (uma de cada lado): terá a mesma aparência se fizer meia rotação (180 graus). Tudo parece muito simples até então, mas agora chegamos a algo um pouquinho mais bizarro,

partículas com spin . Estas precisam completar duas rotações a fim de voltar a sua configuração original.

Vimos, no capítulo 2, que toda partícula conhecida do universo é um férmion (partículas que formam matéria) ou um bóson (uma partícula “mensageira”). Todos os férmions que conhecemos têm spin . Um elétron, por exemplo, precisa completar duas rotações a fim de retornar a sua configuração original. Todos os bósons, por outro lado, têm números inteiros de spin. O fóton, os bósons W e Z e o glúon têm spin 1, retornando a sua configuração original depois de uma rotação (a seta com uma única ponta). O gráviton, teoricamente, tem spin 2 (a seta com duas pontas), retornando a sua configuração original após meia rotação.

A teoria da supersimetria sugere uma unificação da matéria com as forças da natureza ao propor “parceiros supersimétricos” para cada uma dessas partículas: cada férmion tem um bóson como parceiro, e cada bóson tem um férmion – um pouco como a procissão ao final de um casamento à moda antiga unindo duas famílias que antes eram incompatíveis, em que cada dama de honra sai de braços dados com um padrinho do noivo, do outro clã. Há um tempero latino nos nomes que recebem os parceiros dos bósons. O parceiro supersimétrico teórico do fóton foi batizado de fotino. O do gráviton foi nomeado gravitino. Quanto aos férmions, seus parceiros supersimétricos receberam apenas um s antes, e assim temos o selétron e os squark.

Surgiram diversas versões da supergravidade na época da palestra lucasiana de Hawking. A supergravidade $N = 8$ tem a vantagem de ser a única que funcionou em quatro dimensões (três de espaço e uma de tempo) e, embora exigisse um considerável número de partículas ainda não descobertas, não requeria uma quantidade infinita delas, como acontecia com outras tentativas de teorias da gravidade quântica. O nome $N = 8$ veio do fato de que, nessa teoria, o gráviton não tinha apenas um, mas oito parceiros supersimétricos. Um pouco complicado de ser observado na prática, mas funcionava bem na teoria.

Não muito tempo depois de sua palestra lucasiana, Hawking e outros perceberam a dificuldade tremenda que era fazer qualquer cálculo usando o que parecia ser uma teoria promissora. Além do gráviton e dos oito gravitinos, havia 154 tipos de partículas. A conclusão geral era de que se levaria aproximadamente quatro anos para finalizar os cálculos, mesmo que se usasse um computador – garantindo que todas as partículas seriam consideradas, buscando infinitos que pudessem travar em algum ponto e tomando cuidado para não cometer nenhum erro!

Outro problema era que nenhum parceiro supersimétrico jamais fora observado, nem parecia provável que o seria algum dia. A teoria diz que eles têm a mesma massa que parceiros “normais”, mas essa simetria (como se pode observar no mundo) é “quebrada”, deixando os parceiros supersimétricos com centenas, até milhares, de vezes mais massa. A energia necessária para descobri-los em um laboratório é imensa. A “quebra de simetria” é algo que abordaremos mais à frente, em outro contexto.

O “campo de Higgs”, proposto em 1964 por Peter Higgs, na Universidade de Edimburgo, teoricamente atravessa o universo inteiro e é responsável pela quebra de simetria que dificulta muito que se descubram, por meio de experiência, os parceiros supersimétricos, e é responsável também pelas massas de partículas mais conhecidas. Se a teoria estiver certa, o campo de Higgs

aparece como a “partícula de Higgs”, com spin zero. A própria partícula de Higgs tem muita massa e nunca foi observada, mas, se de fato existir, pode ser descoberta com as energias altas do Grande Colisor de Hádrons (LHC), no CERN, na fronteira franco-suíça de Genebra. Uma das famosas apostas de Hawking é que a partícula de Higgs nunca vai aparecer. Ele ficou mais interessado na possibilidade de o LHC descobrir alguns parceiros supersimétricos ou talvez produzir um miniburaco negro.

Na primavera de 1980, quando Hawking deu sua palestra lucasiana, Jane estava estudando para seu exame oral de doutorado, agendado para junho. Ninguém ficou surpreso quando foi aprovada. Só receberia o diploma em abril de 1981, mas, tendo agora essa tranquilidade, começou a dar aulas de francês para crianças e, depois, pegou um emprego de meio período no Centro de Estudos para a Sexta Série de Cambridge, ajudando os alunos a se preparar para o vestibular e conseguir entrar na universidade.⁶ Algum tempo depois, com o diploma em mãos, tornou-se professora de sexta série. O começo de sua carreira profissional foi uma espécie de anticlímax depois de anos de esforço para finalizar a tese. Ainda havia uma lacuna desanimadora entre suas principais conquistas intelectuais e o sucesso mais evidente de seu marido. Entretanto, “está satisfazendo uma parte de mim”, disse, “que sentia que ficara suprimida por muito tempo, e o mais incrível é que é totalmente compatível com o que acontece em casa”.⁷

Tim ainda era bebê, Robert estava indo bem na Perse School, e Lucy se tornara a principal aluna no primário. A primeira vez que escutei o nome dos Hawking foi no comentário de uma professora da Newnham Croft Primary School, de que minha filha de seis anos lembrava-lhe Lucy Hawking. Isso, obviamente, deveria ser um elogio. Quando conheci Lucy, descobri que era mesmo. Ela, à época, já terminara a escola, mas voltara para uma visita, ajudando a cuidar das crianças pequenas no parquinho. Uma jovem loira, radiante, bem cuidada, de dezesseis anos, resplandecendo inteligência e personalidade, com um poder de reflexão e postura que não deixavam transparecer sua pouca idade. Contou que seu pai era um físico em Cambridge, mas esperava estudar em Oxford, porque morara a vida toda em Cambridge e queria mudar um pouco de cenário. Lucy contou, em algumas entrevistas, que não era parecida com seu pai. “Nunca fui boa em ciências. Também consegui ser incompetente em matemática, o que era um tanto embaraçoso.”⁸ Mas era uma boa aluna e tocava bem violoncelo. Duvido que alguém imaginasse que ela, tampouco seus irmãos, não fosse bem-sucedida na vida.

Problema no sótão

O ano que passaram no Instituto de Tecnologia da Califórnia, entre 1974 e 1975, fora, para Stephen Hawking e seus anfitriões, tão bom que ele adquiriu o hábito de retornar por um mês quase todos os anos. A Caltech renovava e estendia seu convênio Sherman Fairchild Distinguished Scholar para tornar isso possível.

Por volta de 1980, Kip Thorne notara uma mudança de atitude de Hawking em relação a sua pesquisa, que se resume ao que Stephen lhe disse: “Prefiro estar correto a ser rigoroso”. Essa

afirmação um tanto enigmática referia-se ao fato de que a maioria dos matemáticos só fica satisfeita quando obtém uma prova matemática sólida de que estão corretos. Essa era a atitude de Hawking nas décadas de 1960 e 1970. Agora ele dizia que tal rigor não é necessariamente a melhor maneira de se chegar ao “correto”. Isso pode levar uma pessoa a não dar muita atenção aos detalhes. Ele se tornara mais especulativo, feliz por ter talvez 95 por cento de certeza de alguma coisa e, então, já seguir em frente. “Teimosamente intuitivo” foi como o colunista do *New York Times* Dennis Overbye o descreveu.⁹ Ainda que a intuição de Hawking quase sempre fosse precisa, para ele, a busca pela certeza havia mudado para uma busca por “alta probabilidade e movimentação rápida, visando ao objetivo maior de compreender a natureza do universo”.¹⁰

A experiência de Hawking na Califórnia se ampliara para incluir mais do que Los Angeles e Pasadena. Ele gostava das ruas íngremes de San Francisco e das oportunidades que ofereciam para alguém intrépido em uma cadeira de rodas motorizada. Era agora um motorista tão incauto quanto fora quando levou Jane Wilde para o Baile de Maio do Trinity Hall em 1963. Seu colega Leonard Susskind recorda dele pronto para a aventura no topo da parte mais íngreme daquelas ladeiras, com uma inclinação tão severa que fazia os motoristas tremer com medo de que os freios falhassem ou o carro capotasse para a frente. Hawking olhava para seus amigos com um sorriso travesso e, logo, desaparecia, jogando-se ladeira abaixo, quase em queda livre. Quando eles o alcançavam, na parte de baixo, encontravam-no rindo de satisfação e pedindo que o levassem para uma ladeira ainda mais íngreme.¹¹

Foi em San Francisco, em 1981, que Hawking fez um anúncio que preocupou seus colegas físicos muito mais do que sua negligência impulsiva em relação aos perigos das ruas da cidade. O local era mais do que excêntrico, o sótão da mansão de Werner Erhard, o fundador de uma psicologia popular chamada EST. A EST visava pessoas que se sentiam tristes, sem autoconfiança e que estivessem dispostas a pagar taxas de muitas centenas de dólares por ajuda. Às vezes, até mil pessoas se reuniam para sessões intensivas de duas semanas, em salões de hotéis, para se submeter a terapias que podiam ser autoritárias, humilhantes e verbal e fisicamente abusivas. A intenção era que experimentassem, pelo menos temporariamente, uma transformação pessoal e saíssem de lá iluminadas, autoconfiantes e sociáveis. Para algumas pessoas, funcionava.

Esse esquema gerou uma fortuna para Erhard. Ele também era aficionado por física e usava seu dinheiro para cultivar a amizade de muitos físicos teóricos, no auge de sua profissão e que não sofriam nem um pouco com falta de autoconfiança, como Richard Feynman. Erhard organizava jantares elaborados para eles e equipava o sótão de sua mansão para acomodar pequenas conferências de física, exclusivas, financiadas por seu próprio bolso. Embora Erhard fosse o fundador do que os críticos chamavam de uma artificial e violenta psicologia popular, ele era um homem agradável, interessante e extremamente inteligente. A elite da física optou por ignorar o primeiro personagem e aproveitar o segundo, e não recusava o que ele lhes oferecia.¹²

Quando Stephen Hawking fez seu anúncio numa conferência, em 1981, no sótão de Erhard, ele ainda era capaz de falar com sua própria voz, mas já fazia vários anos que ninguém, com exceção daqueles que o conheciam bem, conseguia entendê-lo. Seu intérprete na ocasião foi Martin Rocek, então pesquisador júnior do DAMTP, que mais tarde faria seu nome na física nas áreas da teoria das cordas e em supersimetria. Rocek viajou com Hawking naquele passeio pela

Califórnia, tentando, com certo sucesso, entendê-lo e repetir suas palavras com clareza para os outros. Vídeos mostram que todo esse processo envolveu um esforço imenso. Na maioria das palestras, como a lucasiana, um assistente de graduação de Hawking fazia todo o discurso e “[Hawking] apenas ficava sentado, adicionando comentários breves se o aluno dissesse algo errado”.¹³ Não importando a natureza bizantina do processo, o anúncio de Hawking no sótão de Erhard foi bem claro.

Fazia mais ou menos quinze anos que ele focava sua atenção em buracos negros, chegando a equações de clareza tão simples que chegou a comentar: “Resultados assim são tão elegantes que devem estar certos. Mostram que existe uma profunda unidade subjacente na natureza”.¹⁴ Em 1981, quase ninguém considerava a radiação Hawking um conceito dúbio. Mas Hawking começou a perceber, desde a época de seu sabático em Pasadena, entre 1974 e 1975, que o cerne das equações que cercavam aquela descoberta escondia um paradoxo que ameaçava solapar todo o campo de estudo da física. Tinha a ver com a perda de informação em buracos negros e o risco que essa perda significava para um dos dogmas fundamentais da física, a lei da conservação da informação – a lei que diz que não há como o universo perder qualquer informação.

É importante entender o significado de “informação” nesse contexto. Pode-se pensar nessa informação perdida como informações sobre tudo que foi aproveitado na criação do buraco negro no início e tudo que caiu lá dentro depois. Mas a que se refere um físico teórico quando fala em “informação”? O indício está na expressão “informação codificada nas partículas que formam o universo”.

Eis um exemplo, tirado da história do estudo dos buracos negros, que ajuda a explicar o significado de “informação” para um físico teórico: em seu livro *The black hole war*, Leonard Susskind fala sobre um experimento mental, ao estilo de Einstein, realizado por Jacob Bekenstein quando pensava sobre a questão da entropia de um buraco negro. (As propostas de Bekenstein, como o leitor se lembrará, representaram um desafio para Stephen Hawking em 1972.) É difícil imaginar que algo possa carregar menos informação para dentro de um buraco negro do que um fóton único caindo, mas, na verdade, um fóton carrega uma boa quantidade de informações. E o mais importante para Bekenstein é que carrega para dentro do buraco negro informação a respeito do local onde caiu.

Bekenstein queria pensar em uma quantidade menor de informação para seu experimento mental. Queria reduzir essa quantidade para um “bit”, uma unidade de informação, sugerida por John Wheeler, que tem o menor tamanho possível no universo – uma distância quântica calculada por Max Planck no início do século XX. A fim de obter isso, Bekenstein aproveitou o princípio da incerteza de Heisenberg e imaginou-se “esticando” o local onde o fóton caiu. Ele imaginou um fóton cujo comprimento de onda fosse grande o suficiente para que o provável ponto de entrada se espalhasse por todo o horizonte de eventos, tornando-o o mais incerto possível, de maneira que transportasse um único “bit” de informação – de que o fóton estava, na verdade, dentro do buraco negro. A presença do fóton aumentaria a massa do buraco negro e, logicamente, a área do horizonte de eventos, em um valor minúsculo, que Bekenstein começou a calcular.

Obviamente, nessa história, “informação” significa algo um pouquinho mais sutil do que o

leitor e eu normalmente pensaríamos como uma “informação” cotidiana. Não é apenas informação como em que canal a televisão de John Wheeler estava ligada quando ela caiu dentro de um buraco negro.

A ideia de informação desaparecendo dentro de um buraco negro e tornando-se inacessível para aqueles do lado de fora não era nova para ninguém que participava da conferência. Informação presa assim não é uma violação da conservação da informação. A informação em um buraco negro pode ser inacessível para qualquer pessoa do lado de fora, mas ainda está dentro do universo. Hawking pensava em algo mais drástico. Quando um buraco negro finalmente radiou toda a sua massa e desapareceu, o que aconteceu, na realidade, a tudo que entrou na formação do buraco negro e a tudo que caiu lá dentro?

Se o leitor estiver seguindo este livro com cuidado, é possível que ele levante a mão para sugerir que tudo teria sido reciclado em forma de radiação Hawking. Essa radiação, é claro, não se pareceria em nada com, por exemplo, um astronauta azarado que caísse em um buraco negro, mas poderia ser ela de algum modo a solução do problema? Afinal de contas, a lei da conservação da informação diz que a informação codificada nas partículas que formam tudo no universo pode ser misturada, picada, destruída, mas, se as leis fundamentais da física, como as compreendemos agora, estiverem corretas, ela sempre pode ser re-obtida a partir das partículas que a constituem. Como Hawking observou: “Em princípio, tendo-se a informação, pode-se restaurar qualquer coisa”.[15](#)

Por exemplo, vamos dizer que o leitor queimou este livro. Ele pode pensar que nunca será capaz de terminar de lê-lo. Contudo, *em princípio*, se for possível estudar o processo de queima a fim de rastrear todas as interações moleculares que transformaram o livro em cinzas, então, ao se refazer o processo de trás para a frente, pode-se obter o livro novamente. Seria muito mais fácil sair e comprar outro exemplar, mas *em princípio é possível* reconstruí-lo.[16](#)

Hawking não aceitava nada disso. Ele insistia que a radiação Hawking não poderia servir como o veículo de escape para a informação presa dentro do buraco negro voltar ao universo exterior. Se este livro fosse jogado em um buraco negro, sua reconstrução seria impossível. A radiação Hawking não são as “cinzas” ou os restos misturados e picados do que caiu dentro do buraco negro. Lembrem-se de que o membro “tentando escapar” do par de partículas na radiação Hawking (como explicado no capítulo 6) não sai de dentro do buraco negro. Ele vem de fora. A partícula escapando não carrega consigo nenhuma notícia, seja se o buraco negro está cheio de astronautas, de meias perdidas ou com o pote de mel da avó do Ursinho Puff. Ela não sabe. A radiação Hawking não tem conexão direta com o que quer que tenha participado da formação do buraco negro no início, nem com o que caiu lá dentro. Alguns físicos que tinham esperança de que tal informação estivesse de algum modo codificada na radiação Hawking, mas Hawking não era um deles. Ele achava que a informação não escapa e é totalmente perdida quando o buraco negro evapora. Não se pode restaurá-la, nem mesmo em princípio. Hawking batizou esse dilema que criou de “paradoxo da informação”.

Parecia que o problema se estendia além dos buracos negros. Em uma entrevista para o programa *Horizon*, da BBC, em 2005, Leonard Susskind, que estava no sótão de Erhard, lembra-se do choque que teve ao escutar o anúncio de Hawking e se dar conta de que:

Depois que se admite que informação pode ser perdida em buracos negros, não se pode dizer que ela é perdida apenas *lá*. Se o paradoxo da informação estava correto, então havia bits do universo perdidos. Abandona-se a previsibilidade. Causa e efeito tornam-se desconectados. Nada do que diz a ciência é confiável. Nada permanece perceptível ou é preservado ao longo do tempo.[17](#)

Hawking concordava com ele. “Leonard Susskind ficou muito perturbado”, como recorda:

Acho que ele foi o único na sala que realmente percebeu as implicações do que eu dissera. Os cientistas normalmente acreditam que exista uma correspondência única entre o passado e o futuro, causa e efeito, mas, quando se perde informação, não é este o caso. Não mais se seria capaz de prever o futuro com certeza, e não se poderia ter certeza a respeito do que aconteceu no passado.[18](#)

Kip Thorne apontou que já havia especulações sobre a existência de buracos negros menores do que átomos. Eles “podiam estar em qualquer lugar – máquinas se alimentando de informações”.[19](#)

O problema pode não parecer tão desastroso para mim ou para o leitor. A verdade é que, quando alguma coisa cai em um buraco negro, ela carrega informações consigo. A cor e o tamanho de algumas meias aleatórias... Talvez as dimensões do infeliz astronauta... Não são informações que eu ou o leitor consideramos interessantes ou essenciais. Contudo, essa informação é necessária, até mesmo para um tipo mais limitado de previsão permitido pela mecânica quântica.

Hawking leva a discussão sobre ser capaz de prever o futuro ou o passado até Pierre-Simon de Laplace, um matemático que viveu no final do século XVIII e início do XIX. A famosa proposta de Laplace era que um ser onisciente, com poderes ilimitados de cálculo, que conheça as leis do universo e a situação de tudo nele (isto é, as posições e os momentos de todas as partículas no universo) em qualquer momento, seria capaz de calcular o estado de tudo no universo, a qualquer momento do passado e do futuro. Embora ninguém negasse as espantosas dificuldades práticas para se adquirir tal conhecimento e fazer todos os cálculos, o determinismo científico do estilo de Laplace permaneceu um dogma ao longo do século XIX e no início do XX. Quando assisti a Hawking palestrando sobre o assunto em Cambridge, ele citou Laplace em francês, dizendo-nos que, como éramos uma plateia em Cambridge, ele não insultaria nossa inteligência oferecendo uma tradução. Entretanto, timidamente, algum tempo depois apareceria uma tradução na tela de sua apresentação.

O ser onisciente de Laplace precisaria ter o conhecimento das posições e dos momentos de *todas* as partículas no universo. Não se pode omitir as partículas na ponta da meia. Quando a meia cai, aquela informação é perdida de nossa área do universo. Se buracos negros existirem para sempre, bem ou mal, então a informação perdida não é inteiramente perdida. Ela fica inacessível, mas ainda está lá. Se os buracos negros evaporam e desaparecem do universo... isso é um problema.

Hawking e seus colegas no sótão sabiam que o “paradoxo da informação” não era o primeiro desafio ao determinismo científico do estilo de Laplace. Em meados da década de 1920, quando Werner Heisenberg publicou seu “princípio da incerteza”, parecia que todas as apostas haviam

sido suspensas... mas apenas por pouco tempo. Discussões a respeito das interpretações e implicações do princípio da incerteza seguiriam por anos e envolveriam as mentes mais brilhantes da física, mas, quando Hawking começou a estudar os buracos negros, havia um consenso de que mesmo o ser onisciente de Laplace não poderia, nunca, saber com precisão, ao mesmo tempo, a posição e o momento de uma partícula.

O princípio da incerteza, contudo, no final das contas, não conseguiu minar a fé no dogma do determinismo científico. Logo ficou claro que as leis governando o nível quântico do universo são deterministas, de um modo diferente. Pode-se prever o que é chamado de “estado quântico”, a partir do qual as posições e os momentos podem ser calculados com certo grau de precisão. O ser onisciente de Laplace, conhecendo o estado quântico do universo a qualquer momento no tempo e as leis da ciência, poderia prever o estado quântico do universo a qualquer tempo, passado ou futuro.[20](#) *

Agora, Hawking havia encontrado um novo problema, que parecia ser complicado. Seu trabalho prévio mostrara que buracos negros não duram para sempre. Enquanto continua a radiação Hawking, o buraco negro fica menor até que, por fim, não existe mais buraco negro. Ele insistia que a informação sobre o que quer que tenha participado na formação do buraco negro no início, e o que quer que tenha caído dentro, é então irreparavelmente perdida.

Ainda assim... por que tanto temor por sua perda? Não poderia o universo se virar com um pouco menos dessa informação um tanto arcana?

Não, parece que não. Não pode perdê-la e ainda ser o universo que achamos que conhecemos. A lei da conservação da informação é um dos princípios fundamentais da física. A informação nunca é perdida. Ela pode ser misturada, embaralhada e transformada a ponto de não poder ser reconhecida como a informação com que se iniciou, mas nunca é perdida. Se essa lei estiver errada, então o universo está, na verdade, desafiando Laplace e todos aqueles que acreditavam que ele estivesse certo.

Embora os colegas de Hawking no sótão de Erhard, segundo as palavras de Susskind, “ficassem intrigados naquele momento elétrico de estonteante confusão”, a maioria deles e outros físicos teóricos continuaria acreditando que o presente evoluiu do passado e continuará evoluindo para o futuro, que causa e efeito continuarão valendo, que é importante rastrear eventos para o passado e para o futuro, que examinar os fragmentos de uma colisão em um acelerador de partículas pode dizer o que aconteceu na colisão – como se Hawking não tivesse erguido a Espada de Dâmocles sobre todas essas concepções. Mas Hawking se manteve firme, e o paradoxo da informação não desapareceu. A informação, ele continuou insistindo, é realmente perdida quando os buracos negros evaporam, e isso significa que podemos prever ainda menos do que acreditávamos ser possível com base na teoria quântica.

Haveria um inconveniente na mecânica quântica? Teriam de ser mudadas as fundações desse campo bem estabelecido e confiável? Hawking acreditava que sim. Como Kip Thorne observou: “Ele teimava em forçar sua visão de como é a natureza, e assim desafiava todos os colegas a provar que estava errado”.[21](#) Hawking havia proposto o desafio. Susskind recorda que, no sótão de Erhard, “Stephen estava com um olhar de ‘Stephen’ no rosto, um sorrisinho que dizia: ‘Os senhores podem não acreditar, mas estou certo, sem dúvida nenhuma’. Tínhamos total certeza

de que Stephen estava errado, mas não conseguíamos ver por quê”.[22](#)

“É minúscula a probabilidade de haver um universo que tenha produzido vida como o nosso”

Para Hawking, 1981 foi um ano marcante não apenas por ter chamado atenção para o paradoxo da informação. Ele estava voltando sua atenção de outra forma para a questão de como o universo começou e como terminaria.

Em uma conferência no Vaticano, em setembro, o papa João Paulo II, dirigindo-se a Hawking e outros cientistas, disse que provavelmente era fútil que humanos tentassem pesquisar o momento da Criação: esse conhecimento “surge da revelação de Deus”.^{*} Pelo conhecimento e teoria da época, segundo os quais, graças em grande parte a Hawking o universo teria começado em uma singularidade, ninguém podia fazer objeção às palavras do papa. A maioria dos colegas de Hawking teria relutantemente concordado com a primeira parte da afirmação do papa, embora duvidasse que Deus fosse algum dia se revelar. O próprio Hawking recentemente havia dito ao autor John Boslough: “É minúscula a possibilidade de um universo como o nosso surgir de algo como o Big Bang. Acho que há implicações claramente religiosas sempre que se começa a discutir as origens do universo”.¹

O que o papa e aqueles que o aconselhavam em temas científicos não levaram em consideração foi a propensão de Hawking de questionar suas próprias descobertas prévias. O título de Hawking para sua apresentação na conferência do Vaticano, “As condições-limite do universo”, não advertia que ele proporia a possibilidade de não ter havido um “início” – “nenhum limite” para o universo –, não deixando espaço para um protagonismo ou existência de um criador. Caso o papa e seus conselheiros científicos soubessem, eles poderiam ter sido suficientemente espertos e inteligentes para fazer com que João Paulo II desenhasse um paralelo entre as ideias de Hawking e o conceito judeu-cristão (do filósofo judeu Fílon de Alexandria e do filósofo cristão santo Agostinho) de um Deus existindo atemporalmente – o “Eu sou” da Bíblia –, para quem não havia inícios, fins ou nada que lembrasse nosso tempo cronológico. Essa maneira de olhar o tempo seria uma parte fundamental da “proposta de não limite” de Hawking. Não era novidade para a filosofia ou para a religião, mas era para a física.

O trabalho que Hawking realizara no final dos anos 1960, em sua dissertação de doutorado e depois, parecia provar que o universo se iniciara como uma singularidade, um ponto de densidade infinita e curvatura de espaço-tempo infinita. Nessa singularidade, todas as nossas leis da física sucumbiriam e seriam tão inúteis quanto o papa achava que era tentar investigar o

momento da criação. Qualquer tipo de universo poderia surgir de uma singularidade. Certamente não haveria como prever que seria um universo como o nosso. Foi nesse contexto que Hawking dissera que discutir as origens do universo inevitavelmente tinha implicações religiosas.²

O “princípio antrópico”

A maioria de nós ficou convencida de que o Sol, os planetas e tudo o mais não giram ao redor da Terra. A ciência também nos diz que o universo provavelmente tem a mesma aparência visto de qualquer posição. A Terra, tendo nós como seus passageiros favoritos, não é o centro de tudo.

Entretanto, quanto mais descobrimos sobre os níveis microscópico e cósmico, mais ficamos com a impressão de que deve ter ocorrido um planejamento cuidadoso, um ajuste fino incrível, para tornar o universo um local onde fosse possível existirmos. No início da década de 1980, Hawking dizia: “Se considerarmos as possíveis constantes e leis que poderiam surgir, é minúscula a probabilidade de um universo que tenha produzido vida como o nosso”.³

Há muitos exemplos desse misterioso ajuste fino: Hawking argumenta que, se a carga elétrica do elétron fosse um pouquinho diferente, as estrelas ou não queimariam para nos dar luz ou não teriam explodido em supernovas para arremessar de volta para o espaço a matéria-prima de novas estrelas, como nosso Sol, ou planetas como a Terra. Se a gravidade fosse menos poderosa do que é, a matéria não poderia ter se condensado em estrelas e galáxias, nem galáxias e sistemas solares teriam se formado caso a gravidade não fosse ao mesmo tempo a *mais fraca* das quatro forças. Nenhuma teoria que temos até o momento pode prever a força da gravidade ou a carga elétrica do elétron. Esses são elementos arbitrários, que só podem ser descobertos por meio de observação, mas parecem minuciosamente ajustados para possibilitar o desenvolvimento da vida como a conhecemos.

Devemos então nos apressar em concluir que Alguém ou Algo nos tinha em mente quando as coisas foram definidas? Seria o universo, como observou o astrônomo Fred Hoyle, “um negócio maquinado”, uma grande conspiração para tornar possível a existência de vida inteligente? Ou ainda nos faltam outras explicações possíveis?

“Vemos o universo do jeito que ele é porque existimos.” “As coisas são o que são, porque nós somos.” “Se tivesse sido diferente, não estaríamos aqui para saber.” Todas essas são maneiras de definir o que chamamos de “princípio antrópico”.

Hawking explica o princípio antrópico do seguinte modo: imagine um monte de universos diferentes e separados, ou diferentes regiões do mesmo universo. As condições na maioria desses universos, ou nessas regiões do mesmo universo, não permitirão o desenvolvimento de vida inteligente. Porém, em muitos poucos, as condições serão adequadas para que estrelas e galáxias se formem e para que seres inteligentes se desenvolvam, estudem o universo e façam a pergunta: por que o universo é da forma como o observamos? Segundo o princípio antrópico, a única resposta a essa questão pode ser que, se fosse de outra maneira, não estaríamos aqui para perguntar.

Mas o princípio antrópico realmente explica alguma coisa? Alguns cientistas dizem que não, que isso só mostra como o que parece um ajuste fino poderia ser, na verdade, uma coincidência de felizes acontecimentos. É como a velha história de dar a macacos um monte de máquinas de escrever, para que, pelas leis da probabilidade, um deles datilografasse as cinco primeiras linhas de *Hamlet*, de Shakespeare. Mesmo que nosso tipo de universo seja extremamente raro, com essa enormidade de universos ao redor, um deles pode muito bem ser parecido com o nosso.

O princípio antrópico descarta a ideia de Deus? Não. Contudo, mostra que o universo poderia parecer ter sido feito sob medida para nós, mesmo sem existir nenhum Deus.

John Wheeler achava que podíamos levar o princípio antrópico um pouco adiante. Sugeria que, talvez, se não existissem observadores para definir as leis da física, não haveria nenhuma. Nesse caso, não haverá nenhum desses universos alternativos, porque qualquer universo que não permitisse o desenvolvimento de observadores simplesmente não existiria.

Se isso for verdade, significa que, se formos extintos, o universo também o será? Surgiria um contrarregra para desmontar o cenário enquanto o último espectador deixa o teatro? Na verdade, se não estivermos aqui para lembrar que o universo existiu, teria ele algum dia existido? O fato de termos observado uma pequena parcela de sua existência deu ao universo o poder de continuar existindo depois que partirmos?

Poucos físicos gostam de fazer uma conexão entre um universo “dependente de observadores” e algumas das ideias do misticismo oriental: hinduísmo, budismo e taoísmo. E não chegam a ser incitados por Hawking, que diz: “O universo do misticismo oriental é uma ilusão. Um físico que tenta conectá-lo a seu próprio trabalho abandonou a física”.⁴

Apesar de não ter inventado a ideia, o princípio antrópico é muitas vezes associado a Hawking e a outros colegas, especialmente Brandon Carter, colega de sala de Stephen na metade dos anos 1960, que também trabalhou com ele na tentativa de refutar as ideias de Jacob Bekenstein sobre buracos negros e entropia em 1972. Hawking e a maioria dos outros físicos esperavam que não precisássemos nos apoiar no princípio antrópico como a única explicação para termos o tipo de universo que temos, e não outro. “Teria sido tudo uma feliz coincidência?”, pergunta Stephen. “Isso pareceria uma opinião de desespero, uma negação de todas as nossas esperanças de compreender a ordem subjacente do universo.”⁵ Essas palavras se mostrariam proféticas.

Enquanto isso, o papa dizia que era impossível: o princípio antrópico dizia que era apenas um lance de dados (um lance entre um número quase infinito) que caiu a nosso favor. Algumas pessoas argumentavam que Deus tinha o poder de mudar Suas ideias e ajustar as coisas, inclusive as leis do universo, sempre que Ele assim o quisesse. Mas Hawking não achava que um Deus todo-poderoso teria alguma necessidade de mudar de ideia. Acreditava que há leis válidas no tempo que chamamos de início, ou a Criação – que fez nosso universo assumir esta forma, e não outra –, e que somos capazes de compreendê-las. Stephen queria saber quais eram essas leis. Isso significava que ele precisava, de algum modo, cortar o nó górdio: a singularidade.

Hawking levaria mais alguns anos para descobrir como realizar esse feito heroico. Enquanto isso, em outubro de 1981, não muito tempo depois da visita ao Vaticano, também olhava para o início do universo pela perspectiva de uma nova teoria, conhecida como “teoria da inflação”.

O desafio do Big Bang

Ainda nos anos 1960, tudo parecia estar se encaixando para aqueles que acreditavam na teoria do Big Bang. Entre 1964 e 1965, houve um avanço especialmente empolgante na busca para compreender a história do universo e decidir entre os dois modelos concorrentes: o Big Bang e o estado estacionário. A história tornou-se um clássico. Foi uma dessas ocasiões relativamente raras na ciência em que surgem dados onde ninguém esperava encontrá-los. No Bell Laboratories, em Nova Jersey, havia uma antena do tipo corneta projetada para ser usada com os satélites de comunicação Echo I e Telstar. A quantidade de ruído de fundo detectado pela antena atrapalhava o estudo dos sinais vindos do espaço. Os cientistas que trabalhavam lá precisaram fazer ajustes e se resignar a estudar sinais que fossem mais fortes do que o ruído. Era uma perturbação que a maioria conseguia ignorar, mas dois jovens cientistas, Arno Penzias e Robert Wilson, levaram o ruído mais a sério.

Penzias e Wilson notaram que o nível de ruído permanecia o mesmo, não importando a direção para que apontasse a antena. Isso não aconteceria caso o ruído fosse resultado da atmosfera da Terra, já que uma antena apontada para o horizonte faz face para mais atmosfera do que uma apontada para cima. O ruído tinha de vir da própria antena ou de algum ponto além da atmosfera. Penzias e Wilson achavam que alguns pombos, que haviam feito ninhos na antena, eram a fonte, mas expulsar os pássaros e limpar suas fezes não melhorou em nada.

Outro radioastrônomo, Bernard Burke, ficou sabendo do enigma da antena de Penzias e Wilson e conhecia – ao contrário dos outros dois – o trabalho recente de Robert Dicke em Princeton. Dicke, dando continuidade a uma proposta feita, na década de 1940, por George Gamow (nascido na Rússia) e pelos norte-americanos Ralph Alpher e Robert Herman, estava construindo uma antena para buscar alguma radiação que tivesse sobrevivido desde não muito depois da origem do universo, de uma época em que, se a teoria do Big Bang estivesse correta, o universo ainda era muito quente. Gamow, Alpher e Herman previram que tal radiação deveria existir e que, nos dias de hoje, sua temperatura teria se resfriado até aproximadamente cinco graus acima do zero absoluto. Burke reuniu Penzias, Wilson e Dicke, e eles concluíram que os dois jovens haviam descoberto, por acidente, a radiação que Dicke esperava encontrar.

A descoberta do que logo ficou conhecido como a “radiação cósmica de fundo em micro-ondas”, ou RCFM, deu um suporte incrível à teoria do Big Bang, pois claramente o universo fora, um dia, muito mais quente e denso do que hoje. Hawking e seu amigo George Ellis escreveram um artigo, em 1968, enfatizando o poderoso suporte que essa evidência dava ao Big Bang.⁶ Contudo, também representava um problema para essa teoria. Em reiteradas medições, realizadas nos pontos mais diversos e em todas as direções, pesquisadores descobriram que a temperatura da radiação era a mesma e que faltavam variações na RCFM que teriam resultado na estrutura que vemos hoje.

Deixando esses problemas de lado, não paravam de surgir novos fatos que sustentavam a teoria do Big Bang. Descobriu-se que quasares, que os teóricos começavam a imaginar ser um estágio inicial da formação da galáxia, existiam apenas a distâncias enormes da Terra. Se a teoria do estado estacionário estivesse correta, com as galáxias continuamente se afastando e se

distanciando de nós e as lacunas sendo preenchidas com a formação de novas galáxias, e se os quasares eram parte do processo de formação de galáxias, tínhamos de encontrar quasares uniformemente distribuídos, próximos e distantes, por todo o universo. Mas não estão. A enorme distância entre os quasares e a Terra no espaço (e, conseqüentemente, no tempo) significa que eles devem ter existido apenas quando o universo era muito mais jovem do que hoje. Esse estágio específico de formação de galáxias deve ter ocorrido apenas no passado distante, não ocorreu novamente em épocas posteriores da história do universo e não está acontecendo nos dias de hoje.

Outro prego no caixão da teoria do estado estacionário foi colocado em 1973, quando, a partir de experimentos com balões em Berkeley, descobriu-se que o espectro da radiação cósmica de fundo em micro-ondas era o espectro que a teoria do Big Bang previa. E estudos das abundâncias de vários elementos na Via Láctea e outras galáxias mostravam que as previsões do Big Bang a respeito dessas abundâncias estavam corretíssimas.

Entretanto, na década de 1970, ainda havia obstáculos a ser superados pela teoria do Big Bang. Ainda que Hawking tivesse desviado sua atenção para os buracos negros, a pergunta de como o universo se iniciara nunca ficou longe de sua mente; e muitos de seus colegas em todo o mundo deixaram no topo de sua agenda a questão de como resolver os problemas infinitos da teoria do Big Bang. Esses problemas ficaram conhecidos como o “problema do horizonte”, o “problema da planaridade” e o “problema da homogeneidade”.

O problema do horizonte tinha a ver com a observação de que a radiação cósmica de fundo em micro-ondas é a mesma em todas as direções em regiões do universo distantes demais uma da outra para a radiação ter sido transmitida entre elas, mesmo nos primeiros segundos após o Big Bang. A intensidade da radiação é tão incrivelmente próxima de idêntica nessas áreas remotas que parece que elas devem ter, de alguma forma, trocado energia para chegar ao equilíbrio. Como?

O problema da planaridade tem relação com os motivos para o universo não ter sofrido mais um colapso, o Big Crunch, ou passado por uma expansão tão veloz que a gravidade não seria capaz de unir nenhuma matéria para formar estrelas. Um universo de alguma forma equilibrado entre essas possibilidades, como parece ser o nosso, é tão improvável quanto inimaginável. A energia expansiva (resultante do Big Bang) e a força da gravidade precisariam ter valores tão próximos, diferindo não mais do que 1 em 10^{60} (1 seguido de sessenta zeros) em um tempo menor do que 10^{-43} segundos após o Big Bang (uma fração que tenha 1 como numerador e 1 com 43 zeros como denominador).

O problema da homogeneidade era que, a julgar pela RCFM, o universo inicial precisaria ter sido muito suave, sem nenhuma protuberância, monte, sulcos ou outras irregularidades. A questão tornou-se um dos principais desafios da astrofísica – um “elo perdido” na ideia do Big Bang: como um universo que parecia tão uniforme na era de onde vem a RCFM até nós, quando o universo tinha trezentos mil anos de idade, tornou-se tão diverso e cheio de aglomerações tantos anos depois – com estrelas, galáxias, grupos de galáxias, planetas –, tendo até protuberâncias pequenas como você e eu? Por que não foi possível ver nem mesmo os inícios dessa diferenciação na radiação cósmica de fundo em micro-ondas?

Se esse parece ser um problema improvável, pense na democracia de Wheeler: quanto mais próximas estiverem duas partículas, mais forte elas sentem a força gravitacional da outra. Se todas as partículas de matéria no universo estão equidistantes e não há áreas em que algumas partículas se juntam com mais densidade, nem mesmo um pouquinho, então cada partícula sentirá o puxão de intensidade igual em todas as direções, e nenhuma se moverá para se aproximar de qualquer outra partícula. Foi esse tipo de impasse que pesquisadores teriam descoberto no início do universo, em que a matéria parecia ter sido distribuída tão uniformemente que nunca poderia produzir e formar a estrutura evidenciada no universo atual.

Em meados da década de 1970, quando Hawking visitou a Caltech pela primeira vez, nenhum teórico conseguiu superar qualquer desses obstáculos.

Inflação para o resgate!

No final dos anos 1970, Alan Guth, um jovem físico de partículas do Centro de Aceleração Linear de Stanford, na Califórnia, propôs uma significativa revisão da maneira como a história do universo fora escrita até então por cosmólogos. Reconhecendo de imediato que havia encontrado uma coisa boa, Guth escreveu “PERCEPCÃO ESPETACULAR” em seu caderno e desenhou duas caixas concêntricas ao redor das palavras. Suas ideias ofereciam uma solução brilhante para problemas ainda persistentes na teoria do Big Bang e também sugeriam um caminho para o universo ter assumido sua forma atual, sem ser necessário que seu estado inicial tenha sido selecionado com cuidado tão primoroso e preciso.

Guth propôs que o universo pode, no início, ter experimentado um breve intervalo de crescimento estupendamente rápido e então diminuiu o ritmo e continuou se expandindo à velocidade que temos hoje em dia. Era a “diminuição de ritmo” que particularmente diferenciava sua ideia. Outros haviam encontrado soluções para as equações de Einstein que produziam um universo em que a expansão aceleraria durante toda a sua existência, ou em que a expansão começava desacelerando e, então, começava a acelerar e nunca parava. O universo de Guth tinha apenas um curto período de expansão acelerada, em sua extrema infância.

Guth desenvolveu um processo em que o universo, em um tempo menor que 10^{-30} segundos depois do Big Bang (um fração que tem 1 como numerador e 1 seguido por trinta zeros como denominador), era submetido a uma enorme força repulsiva que, por apenas um breve intervalo, se comportava como a constante cosmológica que Einstein rejeitara. Durante um período que durava somente uma fração inimaginavelmente pequena de um segundo, essa força teria acelerado a expansão, causando uma inflação desenfreada das dimensões do universo: de menor que um próton no núcleo de um átomo para aproximadamente o tamanho de uma bola de golfe.

Nos mais de trinta anos que se seguiram à sugestão de Guth, físicos têm enfeitado sua ideia, surgindo com novas versões e tentando descobrir por que e como esse processo aconteceu. A fim de entender seu trabalho, é preciso deixar claras algumas terminologias.

Começemos com ruptura de simetria: um exemplo simples é uma vara colocada de pé. Poderia cair em qualquer direção. A gravidade, que a faz cair, é “simétrica”; não escolhe o lado

para o qual a vara cai. Todas as direções são igualmente prováveis. Mas, quando a vara cai, ela *cairá* para um lado ou outro, não para todos ao mesmo tempo. Quando a vara cai, a simetria é rompida. Hawking usou outro exemplo em *Uma breve história do tempo*: imagine uma roleta. O crupiê gira a roleta, e a bola fica dando voltas. A situação é “simétrica”. Embora o apostador possa ter um resultado preferido para aquela jogada, a física da situação não tem resultado preferido. A roleta desacelera, e a velocidade (a alta energia) da bola diminui. Por fim, cai em um dos buracos da roleta. A simetria é rompida.⁷

Para demonstrar o significado de “vácuo falso” e “vácuo verdadeiro”, ambos importantes para compreender a inflação, físicos costumam gostar da imagem de um chapéu masculino, do tipo que tem aba e uma depressão na coroa. Coloquemos uma bola de gude na depressão da coroa do chapéu. Ela vai se ajustar no ponto mais baixo que encontrar. Não é o ponto mais baixo do chapéu, mas é o mais baixo na coroa do chapéu. Da mesma forma, partículas elementares podem “pousar” em inúmeros níveis de energia temporária. Esses locais de descanso são “vácuos falsos”. Empurremos o chapéu, ou deixemos as bolas de gude se bater e rolar da coroa para a aba do chapéu. Nessa analogia, a aba representa o “vácuo verdadeiro”. Podemos defini-lo como o nível de energia mais baixo possível nesse sistema.

Algo parecido poderia ter acontecido quando o universo resfriou. Parte da matéria começou a se mover na direção de um novo estado com energia mais baixa e no caminho liberou a pressão gravitacionalmente repulsiva que causou a aceleração rápida que foi a inflação. Mas, voltando à analogia, as bolas não rolaram todas ao mesmo tempo. A forma como rolaram, a velocidade em que rolaram, como chegaram à borda da coroa ou passaram da borda da coroa – ou se a inflação aconteceu de um modo totalmente diferente –, essas perguntas têm ocupado cosmólogos há décadas. Quase todos, contudo, concordam que ocorreu inflação. A inflação tornou-se parte do “modelo-padrão”.

Outra expressão útil é “transição de fase”. Um exemplo cotidiano de “transição de fase” é o congelamento da água (que também envolve uma ruptura de simetria). A água, enquanto líquido, é simétrica, é igual em qualquer ponto e em qualquer direção. Diminuamos um pouco a temperatura, e formam-se cristais de gelo. Mas nem tudo é igual em todos os pontos. Os cristais têm certas posições, e não outras; e se alinham em alguma direção, e não em outra. A simetria é rompida. Contudo, se reduzirmos a temperatura da água com muito cuidado, ela pode ficar abaixo de zero sem formar gelo, sem romper a simetria. O nome disso é “super-resfriamento”. Acontece na natureza quando gotas líquidas de água caem durante uma tempestade e permanecem líquidas, ainda que a temperatura do ar esteja abaixo de zero, até que encontrem algo – uma árvore, o asfalto – e fiquem imediatamente congeladas.

A sugestão de Alan Guth apoiava-se na ideia de que o universo, logo após o Big Bang, teria ficado extremamente quente, com todas as partículas se movendo muito rapidamente, em altas energias. As quatro forças da natureza, sobre as quais falamos no capítulo 2 – gravidade, eletromagnetismo, força nuclear forte e força nuclear fraca –, ainda estavam unidas naquele momento, indiferenciadas, como uma superforça. O universo se expandia levemente, resfriava levemente. As partículas passaram a ter menos energia, conforme o universo se resfriou, e as forças se separaram e se diferenciaram. A simetria inicial delas foi rompida. Uma a uma,

“excluíram-se”. Porém nem tudo aconteceu de uma vez, porque ocorreu super-resfriamento. Havia uma transição de fase, com pedaços do universo passando por essa transição separadamente, na forma de bolhas, em que a temperatura caía para abaixo de algum valor (do mesmo modo que a água caindo para abaixo de zero), *sem* que a simetria entre as forças fosse rompida. O resultado foi que o universo entrou em um estado instável, super-resfriado, com mais energia do que teria se a simetria entre as forças tivesse sido rompida.

Bolhas, bolas de gude, chapéus, água congelada... o ponto principal da teoria da inflação inicial era, como explica Hawking, que, durante esse intervalo, todas as regiões do universo – incluindo aquelas com mais partículas do que a média e aquelas com menos também – se expandiam a uma velocidade enorme, maior do que a velocidade da luz. Mesmo onde havia mais partículas de matéria do que a média e se esperava que a gravidade as unisse, isso não poderia ter acontecido. Conforme as partículas se afastavam mais, o resultado teria sido um universo, ainda em expansão, com todas as suas partículas rareando. A expansão teria suavizado irregularidades, ou seja, o estado suave e uniforme do universo atual poderia ter surgido de uma grande variedade de estados iniciais. A velocidade de expansão teria automaticamente se aproximado do nível crítico, resolvendo o “problema da planaridade”, sem que a velocidade inicial tenha sido tão cuidadosamente escolhida.⁸

Como, então, a expansão voltou a desacelerar? Tal qual as gotas de chuva que resistem à transformação em gelo, mas acabam em algum momento congelando, o universo tinha de completar sua fase de transição temporariamente interrompida. A proposta original de Guth previa que, quando ocorreu o super-resfriamento, nesse ambiente de simetria *não* rompida, bolhas de simetria *rompida* se formaram e se expandiram, unindo-se, até que tudo, em todos os lugares, estivesse em uma nova fase de simetria rompida, e o universo se expandiu mais ou menos até a forma como o vemos hoje.

Inicialmente, havia um problema nessa ideia. As bolhas teriam se expandido tão rapidamente que acabariam colidindo entre si, resultando em muitas irregularidades e enormes variações em densidade e na taxa de expansão de uma parte do universo para outra. Essa situação nunca poderia ter gerado nosso universo.

Entretanto, Guth foi em frente e anunciou sua teoria. Era promissora demais para se permitir deter por um pequeno erro, que Guth tinha certeza de que ele ou outros seriam capazes de resolver depois. Oferecia soluções para os problemas remanescentes da teoria do Big Bang: nosso universo visível poderia ter surgido de uma região originalmente tão minúscula que poderia ficar equilibrado antes de inflar. O período de inflação de fuga poderia ter eliminado o desequilíbrio entre a energia expansiva e a força de gravidade (que se contrai). Era especialmente promissora a previsão de que a inflação gerasse áreas de densidade um pouquinho mais alta e um pouquinho mais baixa – as sementes de galáxias futuras, supergaláxias e todas as outras estruturas que se desenvolveram no universo. A tecnologia para observar radiação cósmica de fundo em micro-ondas ainda não conseguira revelar todas essas “perturbações de densidade”, mas Stephen Hawking e outros ficaram pensando sobre elas e sobre o problema da suavidade desde meados da década de 1960, quando Wilson e Penzias descobriram a RCFM. Poderia a inflação fornecer a resposta que cosmólogos buscavam?

Hawking, assim como o próprio Guth, não estava satisfeito. A objeção de Stephen à teoria da inflação não era que as bolhas colidiriam e provocariam estragos em vez de um universo suave, mas que, na fase inflacionária, o universo se expandiria demasiado rápido para que as bolhas de simetria rompida se juntassem a outras. Hawking achava que elas teriam se espalhado com muita rapidez, mesmo que estivessem crescendo à velocidade da luz. O resultado seria um universo em que a simetria entre as quatro forças estaria rompida em algumas áreas, e não em outras – mais uma vez, definitivamente não é nosso universo. Com isso em mente, em outubro de 1981, Hawking partiu para uma conferência em Moscou.

Um debate em Moscou

O físico russo Andrei Linde, então com 33 anos, formado na Universidade de Moscou e no Instituto de Física P. N. Lebedev, também na capital russa, estava prestes a se encontrar com Stephen Hawking pela primeira vez, em circunstâncias um tanto temerosas, naquela conferência em Moscou.

Poucos anos antes de Alan Guth desenvolver e publicar seu modelo de inflação, Linde tivera ideias no mesmo sentido, mas reconheceu que esse tipo de teoria tinha um problema. Não tão reticente quanto Linde, Guth, logicamente, observou o mesmo problema, mas corajosa e, como se viu depois, inteligentemente, seguiu em frente e publicou seu artigo, passando na frente de Linde. Apesar daquele empecilho, não demoraria muito para Linde alcançá-lo e mover-se para a lista de cosmólogos que trabalhavam no campo da teoria da inflação. Depois de 1990, também ficaria famoso, entre os colegas de Stanford, por sua prestidigitação, acrobacia e hipnose, mas em 1981, quando conheceu Hawking na conferência de Moscou, ainda era relativamente inexperiente, pouco conhecido no Ocidente e nunca estivera na América ou na Europa. Stephen Hawking era um participante ilustre e respeitado.

Linde e Hawking apresentaram artigos. Em sua apresentação, Hawking falou a respeito de suas descobertas recentes, de que a inflação teria gerado perturbações de densidade grandes demais para resultar no universo como o conhecemos hoje. Linde, em sua fala, expôs uma maneira, que desenvolvera no verão anterior, de resolver os problemas no modelo de inflação dele e no original de Guth. Devido aos longos atrasos para a divulgação de um artigo, gerados pela censura da União Soviética, o artigo da “nova inflação” de Linde só seria publicado no início de 1982. Linde não teve oportunidade na conferência para discutir suas ideias com Hawking, mas, depois que ela acabou, as circunstâncias os uniram. Por ocasião da celebração do 60º aniversário de Hawking, em 2002, Linde descreveu animadamente o trauma e o sucesso final daquele primeiro encontro.*

O Instituto de Astronomia Sternberg, em Moscou, convidara Hawking para fazer uma palestra no dia seguinte ao fim da conferência, e ele escolhera como objeto de sua fala os problemas na teoria da inflação de Alan Guth. No último instante, Linde, que era fluente em inglês e russo, foi chamado para servir de intérprete. Isso ocorreu numa época em que era comum Hawking ter um de seus alunos responsável pelo discurso, enquanto ele apenas escutava

e, de vez em quando, intervinha para fazer um comentário ou correção. Por algum motivo, essa palestra não fora preparada assim. Linde recorda do lento processo de interpretação em duas fases. Hawking dizia algo em sua voz confusa; o aluno de Stephen se esforçava para compreender e, então, repetia com clareza, em inglês; Linde traduzia para o russo. Tudo acontecia em um ritmo glacial. Contudo, Linde conhecia bem o assunto e começou a adicionar explicações em russo. Hawking fazia uma observação; o aluno a repetia; Linde explanava, poupando Hawking de ter de explicar o que dissera. Hawking parecia não objetar a isso, e tudo aconteceu muito mais fácil e rapidamente, contanto que estivessem falando a respeito da velha teoria da inflação.

Surgiu um momento, contudo, em que Linde ficou surpreso ao ouvir o aluno dizer, em nome de Hawking, que Andrei Linde recentemente havia “sugerido uma forma interessante de resolver os problemas da teoria inflacionária”.⁹ Linde ficou entusiasmado ao traduzir esse anúncio para o russo. Os principais físicos russos estavam prestes a escutar Stephen Hawking explicando a sua (de Linde) teoria! Seu futuro na física teórica parecia brilhante, mas apenas por alguns segundos. Hawking começou a destruir o novo cenário de inflação de Linde. Por dolorosos e desconcertantes trinta minutos, Linde “estava traduzindo, em nome de Stephen, e explicando para todos os problemas de meu cenário e por que não funcionava”.¹⁰ No fim da palestra, Linde reuniu uma coragem extraordinária e disse ao público que havia traduzido, mas não concordava com Hawking, e explicou seus motivos. Então sugeriu que ele e Stephen continuassem a discussão em particular. Hawking poderia ter interpretado isso como “Vamos lá fora ver se você é homem de repetir o que disse!”. Mas isso não aconteceu: encontraram uma sala vazia e, enquanto os funcionários do Instituto buscavam, em pânico, “o famoso cientista britânico que havia milagrosamente desaparecido”,¹¹ Hawking e Linde conversaram por duas horas e então foram para o hotel de Stephen a fim de continuar o debate. Nesse momento, as coisas estavam melhorando para Linde. “Ele começou a me mostrar fotos de sua família e me convidou para ir até Cambridge. Era o início de uma bela amizade.”¹²

Hawking não estava errado ao não se satisfazer com a “nova inflação” de Linde. O russo sugeria uma solução para o problema das bolhas de simetria rompida não sendo capazes de se unir: suponhamos que as bolhas fossem grandes a ponto de o que, mais tarde, se transformaria em nossa região do universo, pudesse estar todo dentro de uma bolha. Para isso ser possível, a mudança de simetria para simetria rompida teria de ter acontecido muito mais lentamente dentro da bolha. Hawking argumentava que as bolhas da “nova inflação” de Linde teriam de ser grandes demais – maiores do que todo o universo era no momento em que tudo isso acontecia. A teoria ainda previa variações de temperatura da radiação de fundo em micro-ondas muito maiores do que as que foram observadas.

Pouco tempo após a conferência de Moscou, Hawking fez uma viagem para a Filadélfia. Em um discurso lá, ao receber a Medalha Benjamin Franklin de Física do Instituto Franklin, ele partiu de um tópico estritamente científico para falar sobre algo que fora uma séria preocupação sua e de Jane desde os primeiros anos de seu casamento – a perigosa ameaça que os crescentes arsenais nucleares da União Soviética e dos Estados Unidos representavam para a vida na Terra. Ainda em 1962, Diana King mencionara na presença de Jane Wilde: “Ele participa de marchas pedindo o banimento de bombas”. Hawking ainda estava marchando.

Logo depois de retornar a Cambridge, contudo, Hawking retomou a discussão sobre a inflação. Recebeu pelo correio uma carta da *Physics Letters* pedindo-lhe que revisasse o artigo de Linde para publicação.¹³ Hawking recomendou que publicassem o artigo,¹⁴ ainda que ele e Linde reconhecessem que havia falhas. O artigo era importante e merecia ser amplamente lido, e, se Linde tivesse de fazer as revisões necessárias, levaria muito tempo para driblar a censura soviética. Ao mesmo tempo, Hawking e Ian Moss, um pós-graduando, submeteram um artigo de sua autoria sugerindo o que consideravam uma forma mais satisfatória de encerrar o período inflacionário: se a simetria tivesse sido rompida (ainda lentamente, conforme Linde propusera) não apenas dentro das bolhas, mas em todos os lugares ao mesmo tempo, o resultado seria o universo uniforme em que vivemos.¹⁵ Com todas essas ideias no ar, Hawking e seu colega do DAMTP Gary Gibbons decidiram organizar um workshop, focado principalmente na inflação, a ser realizado no verão seguinte. Judy Fella, a supereficiente secretária de Hawking, começou a trabalhar.

Em janeiro de 1982, Hawking completou quarenta anos, um aniversário que não esperava comemorar. Havia mais a ser celebrado. Hawking estava na Lista de Honra do Ano-Novo para receber o status de Commander of the British Empire [Comandante do Império Britânico]. Na cerimônia de investidura, no Palácio de Buckingham, em 23 de fevereiro, Robert era o assistente do pai. Agora Hawking tinha o direito de colocar cbe após seu nome.

Fazendo a inflação funcionar

De 21 de junho a 9 de julho de 1982, os magos da inflação enfim uniram suas mentes em Cambridge, no Workshop Nuffield sobre o Início do Universo. Andrei Linde veio da Rússia. Alan Guth estava lá, e também Paul Steinhardt, um físico da Universidade da Pensilvânia que, com seu colega Andreas Albrecht, propusera uma teoria da “nova inflação” independentemente da de Linde e muito similar, quase na mesma época.¹⁶ A contribuição de Hawking para o encontro foi mostrar como a temperatura do universo durante o período inflacionário inevitavelmente levaria a pequenas perturbações de densidade.¹⁷

Ainda naquele verão, Hawking voou mais uma vez para a Califórnia, dessa vez para Santa Monica, a fim de passar algumas semanas no novo Instituto de Física Teórica da Universidade da Califórnia. Ali era a residência de Jim Hartle, e enquanto Stephen estava lá os dois discutiram a ideia que ele havia apresentado no Vaticano, em setembro de 1981. A proposta do “não limite” havia, de certa forma, assumido um papel secundário durante toda a discussão sobre a teoria da inflação, mas Hawking não parara de pensar seriamente nela. Nos dois anos que se passaram, ele e Hartle trabalharam naquela proposta.

“Em nenhuma de minhas viagens consegui cair do precipício do mundo”

A sugestão de Hawking de que buracos negros emitem radiação foi recebida inicialmente, em 1974, com ceticismo, mas vimos que a maioria dos físicos logo acabou concordando que não era de maneira alguma absurda. Se nossas ideias a respeito da relatividade geral e de mecânica quântica não estiverem totalmente erradas, buracos negros devem radiar como qualquer outro corpo aquecido. Ninguém encontrou um buraco negro primordial, mas, se fosse descoberto, os físicos ficariam chocados ao ver que ele *não* emite uma chuva de raios gama e raios X.

Voltemos a pensar a respeito das partículas que são emitidas por um buraco negro na radiação Hawking. Um par de partículas aparece no horizonte de eventos. A partícula com energia negativa cai dentro do buraco negro. O fato de sua energia ser negativa significa que é subtraída energia do buraco negro. O que acontece a essa energia? (Lembremos que não acreditamos ser possível que energia simplesmente desapareça do universo.) Ela é carregada para o espaço junto à partícula de energia positiva (ver capítulo 6).

A conclusão, como o leitor se lembrará, é que o buraco negro perde massa e seu horizonte de eventos encolhe. Para um buraco negro primordial, tudo pode acabar com o buraco negro desaparecendo por completo, provavelmente com uma apresentação impressionante de explosões. Como pode algo desaparecer de um buraco negro se nada pode escapar de um buraco negro? Na verdade, esse era um dos grandes “mistérios trancafiados a sete chaves” de todos os tempos, solucionado por “S. H.”.

A ideia de que a matéria dentro de um buraco negro não necessariamente atingiu o fim absoluto do tempo em uma singularidade levantou suspeitas sobre outra singularidade: a que Hawking definiu antes como o *início* absoluto do tempo. A teoria quântica oferece uma nova possibilidade: talvez a singularidade do Big Bang seja, como Hawking chama, “difusa”. Talvez a porta, afinal de contas, não tenha sido batida em nossa cara.

Hawking aponta um problema semelhante que a teoria quântica resolveu no início do século XX, relativo ao modelo do átomo de Rutherford: “Havia um problema com a estrutura do átomo, que supostamente consiste de uma quantidade de elétrons orbitando o núcleo central, como os planetas ao redor do Sol” (ver novamente a figura 2.1). “A teoria clássica anterior previa que cada elétron irradiaria ondas de luz devido a seu movimento. As ondas carregariam energia, e isso faria os elétrons viajar em espiral para dentro até colidir com o núcleo.”¹ Algo tinha de estar

errado nessa imagem, porque átomos não sofrem colapso dessa maneira.

A mecânica quântica, com o princípio da incerteza, veio ajudar. O leitor já aprendeu que, devido ao princípio da incerteza, não podemos saber ao mesmo tempo a posição definitiva e o momento definitivo de um elétron. “Se um elétron estivesse sentado sobre o núcleo, teríamos ao mesmo tempo uma posição definitiva e uma velocidade definitiva”, afirma Hawking. “Em vez disso, a mecânica quântica prevê que o elétron não tem uma posição definida, mas que a probabilidade de encontrá-lo está espalhada sobre alguma região ao redor do núcleo.” Os elétrons não viajam em espiral para dentro nem batem no núcleo. Átomos não entram em colapso.

Segundo Hawking, “a previsão da teoria clássica [de que vamos encontrar os elétrons no núcleo] é bem semelhante à previsão da relatividade geral clássica de que deveria haver uma singularidade de Big Bang de densidade infinita”.² Saber que tudo está em algum ponto de densidade infinita no Big Bang ou em um buraco negro é uma medição precisa demais para ser permitida pelo princípio da incerteza. Para o modo de pensar de Hawking, esse princípio deve “tornar difusas” as singularidades previstas pela relatividade geral, assim como tornou difusas as posições dos elétrons. Não há colapso do átomo, e ele suspeitava que não havia singularidade no início do universo ou dentro de um buraco negro. O espaço seria muito comprimido lá, mas provavelmente não a um ponto de densidade infinita.

A teoria da relatividade geral previra que, dentro de um buraco negro e no Big Bang, a curvatura do espaço-tempo torna-se infinita. Se isso não acontece, então Hawking queria descobrir “que forma o espaço e o tempo podem adotar em vez do ponto de curvatura infinita”.³

Quando tempo é tempo e espaço é espaço

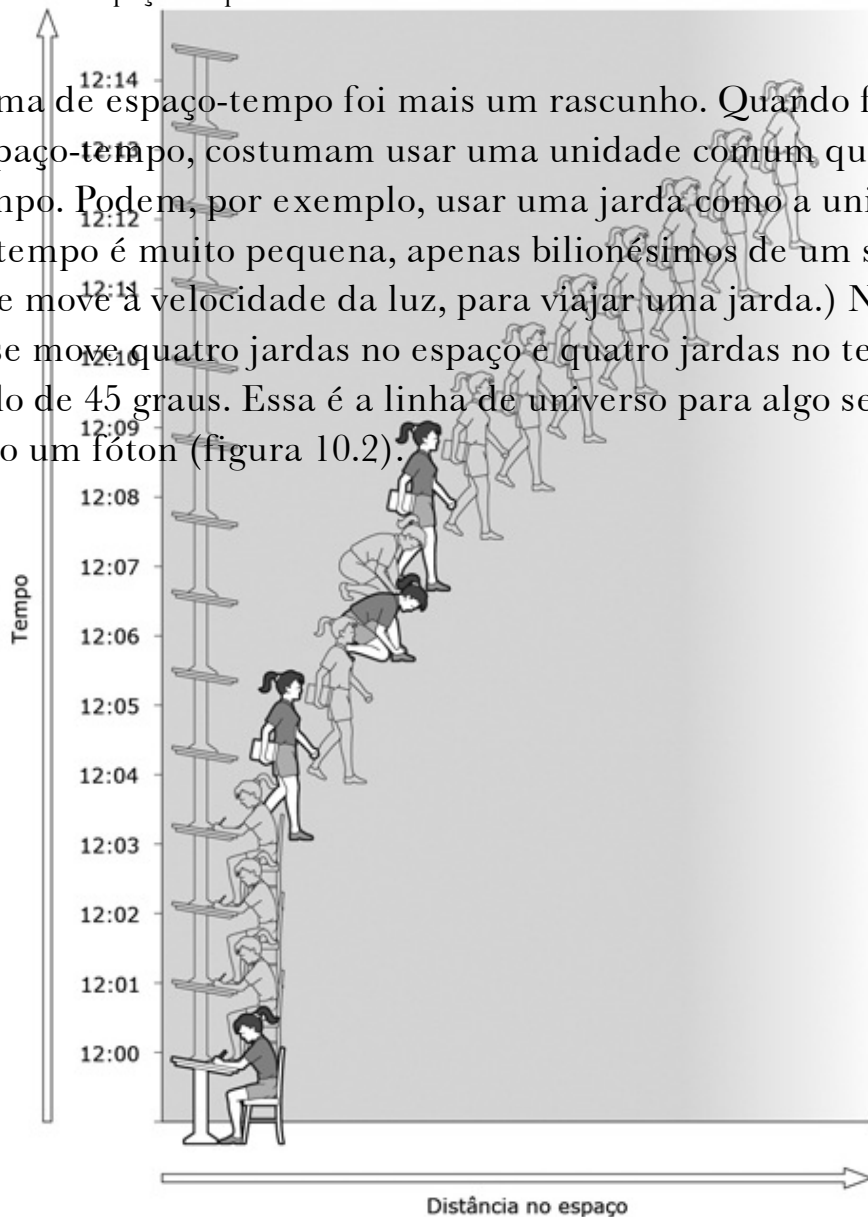
Se o leitor considerar difícil a discussão a seguir, ele não deve hesitar em pular. Não é necessário entender cada palavra para apreciar a teoria de Hawking, mas é mais interessante conseguir. Evidentemente, a matemática que Hawking usa para descrevê-la, e de que o leitor e eu necessitaríamos a fim de compreendê-la por completo, é muito mais complicada do que a matemática simples que temos aqui.

A teoria da relatividade une o espaço e o tempo no espaço-tempo quadrimensional: três dimensões de espaço e uma de tempo. Vejamos a aparência de um diagrama de espaço-tempo. Aqui está um que desenhei um dia para mostrar o caminho de minha filha Caitlin entre a sala de aula e o refeitório onde as crianças almoçavam. A linha vertical à esquerda representa a passagem de tempo. A linha horizontal, na parte inferior, representa todas as dimensões de espaço. Qualquer ponto em nosso diagrama do espaço-tempo representa uma posição no espaço e um momento no tempo. Vejamos como isso funciona.

O diagrama (figura 10.1) começa com Caitlin em sua mesa na sala de aula, ao meio-dia. Ela está sentada, parada, avançando no tempo, mas indo para lugar nenhum no espaço. No diagrama, uma pequena faixa de “Caitlin” move-se para a frente no tempo. Às 12h05, a campainha toca. Caitlin move-se na direção do refeitório. (A mesa dela ainda avança no tempo,

mas não vai para lugar nenhum no espaço.) Caitlin move-se no tempo e no espaço. Às 12h07, faz uma pausa para amarrar o tênis. Por um minuto, ela avança no tempo, mas não se move no espaço. Às 12h08, volta a caminhar na direção do refeitório, andando um pouco mais rápido do que antes, para que a comida não tenha acabado quando ela chegar lá. Às 12h15, chega ao refeitório. Um físico diria que tracejamos a “linha de universo” de Caitlin.

Fig. 10.1 Caitlin no espaço-tempo.



Esse diagrama de espaço-tempo foi mais um rascunho. Quando físicos desenham um diagrama de espaço-tempo, costumam usar uma unidade comum, que serve tanto para espaço quanto para tempo. Podem, por exemplo, usar uma jarda como a unidade de espaço e tempo. (Uma jarda de tempo é muito pequena, apenas bilionésimos de um segundo. É o tempo que leva um fóton, que se move à velocidade da luz, para viajar uma jarda.) Nesse diagrama de espaço-tempo, se algo se move quatro jardas no espaço e quatro jardas no tempo, sua linha de universo forma um ângulo de 45 graus. Essa é a linha de universo para algo se movendo à velocidade da luz, por exemplo um fóton (figura 10.2).

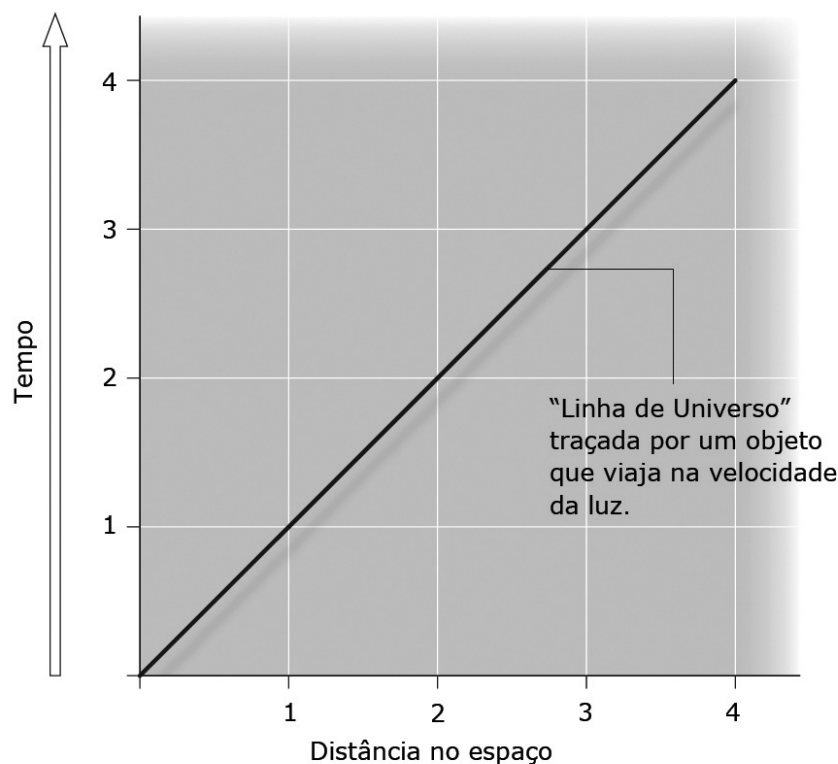


Fig. 10.2 Um diagrama espaço-temporal em que um metro é utilizado como unidade comum para medir quer o espaço quer o tempo. Num diagrama deste tipo se um objeto se move quatro metros no espaço e quatro metros no tempo, a sua “linha de universo” traça um ângulo de 45 graus; é a linha de universo de um fóton, ou de qualquer outra coisa que viaje com a velocidade da luz.

Se algo se move três jardas no espaço e quatro no tempo, está se movendo a três quartos da velocidade da luz (figura 10.3a). Se algo se move quatro jardas no espaço e três no tempo, está acima da velocidade da luz, o que não é permitido (figura 10.3b).

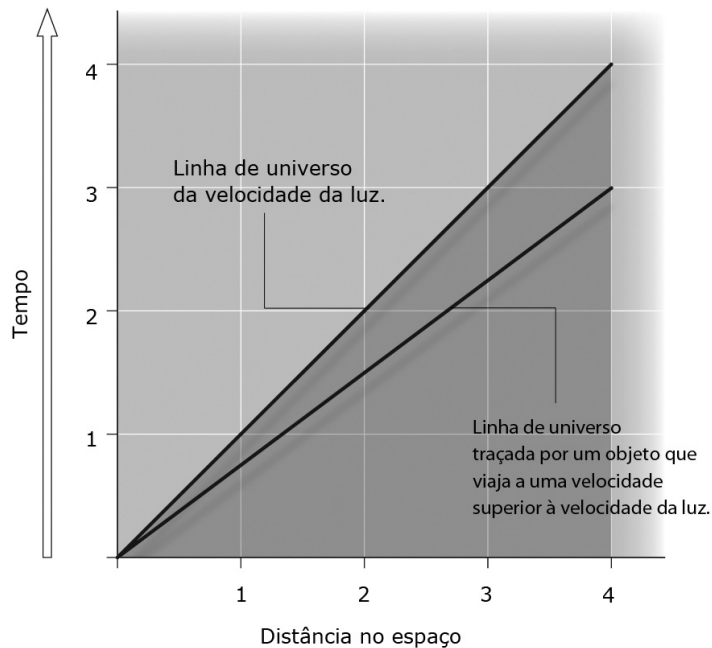
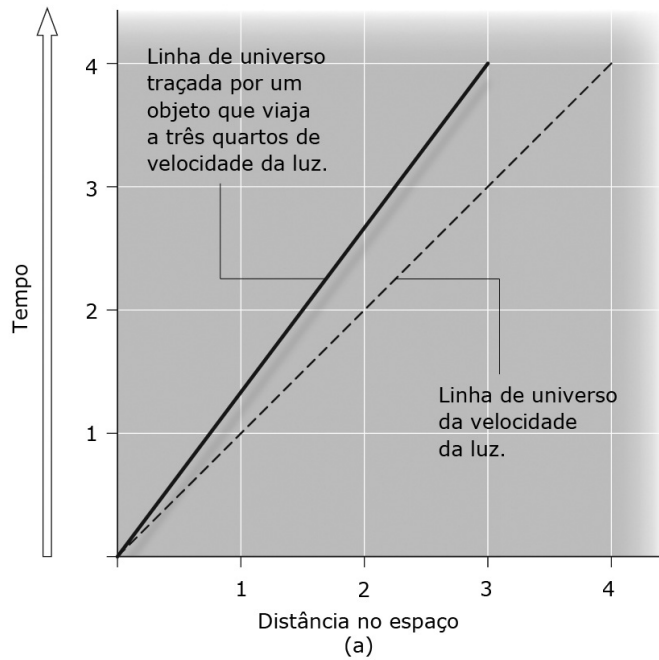


Fig. 10.3 (a, b): (a) um diagrama de espaço-tempo que mostra a linha de universo traçada por um objeto que se desloca três metros no espaço e quatro no tempo: viaja a três quartos da velocidade da luz. (b) A linha de universo traçada por um objeto que se desloca quatro metros no espaço e três no tempo. Quando, como neste caso, a distância percorrida no espaço supera a do tempo, o objeto está viajando a uma velocidade superior à da luz (fato não permitido).

O diagrama seguinte (figura 10.4) mostra dois eventos ocorrendo simultaneamente. Não há como um saber a respeito do outro no instante em que acontecem porque, para isso, a informação teria de ter uma linha de universo que fizesse um ângulo de noventa graus com a linha do tempo. Viajar por tal linha de universo exigiria um trajeto mais rápido que a luz. Nada

pode viajar mais rápido do que a luz, e a luz não consegue superar ângulos de 45 graus no diagrama.

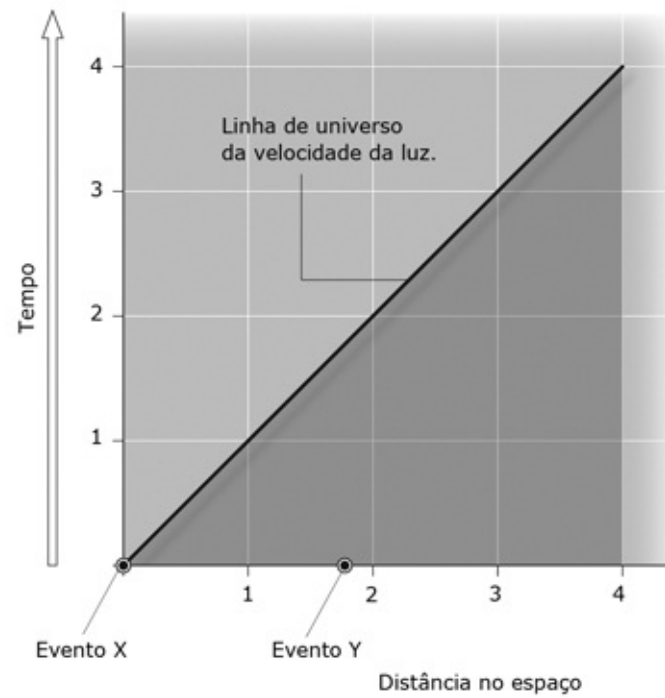


Fig. 10.4 Um diagrama de espaço-tempo que mostra dois eventos (X e Y) que ocorrem simultaneamente mas a uma distância espacial um do outro. Eles não podem saber um do outro no exato instante em que ocorrem, dado que cada informação que viaje de um para o outro deve ter sua linha de universo traçada com um ângulo não maior de 45 graus do eixo do tempo, uma linha de universo que se deslocasse com um ângulo superior a 45 graus necessitaria de uma velocidade superior àquela da luz, fato que em nosso universo não é permitido.

Agora falaremos sobre o “comprimento” de uma linha de universo. Como podemos dizer qual é o comprimento de uma linha de universo – um “comprimento” que leve em consideração as quatro dimensões?

Examinemos a linha de universo de algo que se move muito mais rápido do que Caitlin. O objeto na figura 10.5 move-se quatro jardas no espaço e cinco no tempo: quatro quintos da velocidade da luz. Pensemos na distância que o objeto se move no sentido “espaço” do diagrama como um lado do triângulo (cateto A). Já a distância que o objeto se move no sentido “tempo” do diagrama será o segundo lado (cateto B). Isso cria dois lados de um triângulo retângulo. A linha de universo do objeto em movimento é a hipotenusa desse triângulo (lado C).

A maioria de nós aprendeu que o quadrado da hipotenusa de um triângulo retângulo é igual à soma dos quadrados dos catetos. O quadrado de 4 (cateto A) é 16. O quadrado de 5 (cateto B) é 25. A soma de 16 e 25 dá 41. O comprimento do lado C , a hipotenusa, seria a raiz quadrada de 41.

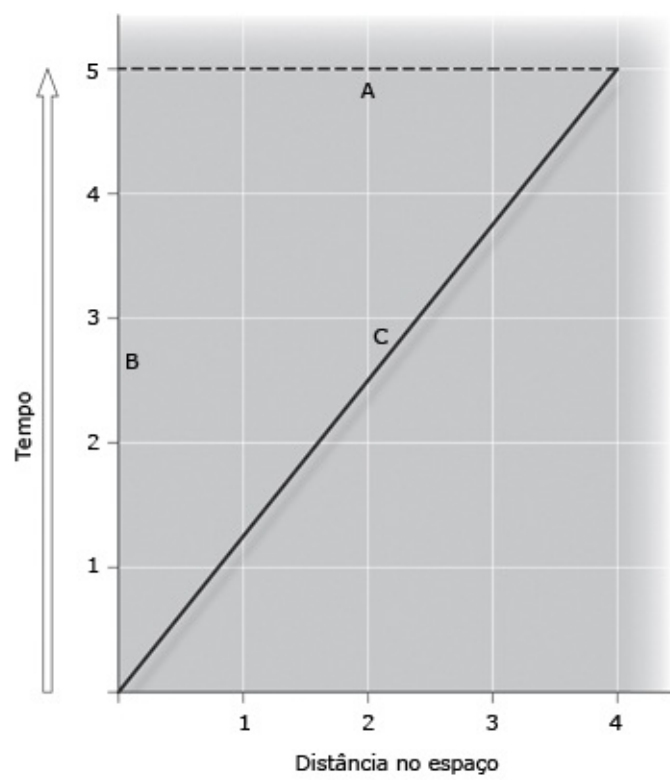
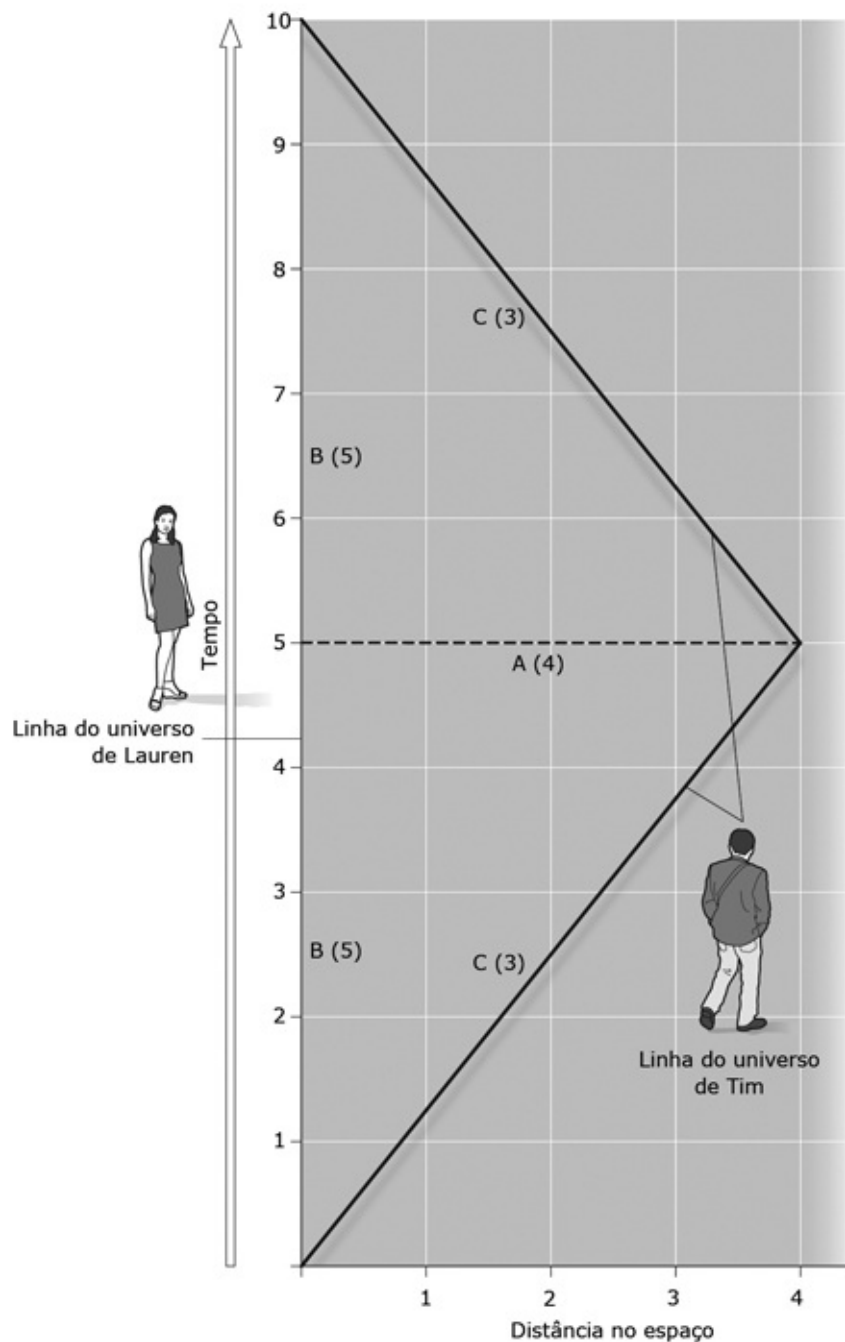


Fig. 10.5 Um triângulo retângulo em que o lado A corresponde à distância percorrida no espaço, o lado B àquela percorrida no tempo e o lado “C” (a hipotenusa) à linha de universo percorrida no espaço-tempo.

O leitor não se preocupe em tentar encontrar a raiz quadrada. Isso é outra questão. Seria nosso próximo desafio se estivéssemos trabalhando com a velha geometria da escola. Contudo, para o espaço-tempo, as coisas são diferentes. O quadrado da hipotenusa (lado *C*) não é igual à *soma* dos quadrados dos outros dois lados. É igual à *diferença entre* quadrados dos outros dois lados. Nosso objeto viaja quatro jardas no espaço (lado *A* do triângulo) e cinco jardas no tempo (lado *B*). O quadrado de 4 é 16; o quadrado de 5 é 25. A diferença entre 25 e 16 é 9. A raiz quadrada de 9 é 3. Assim, sabemos que o terceiro lado do triângulo, lado *C*, a linha de universo de nosso objeto viajante, ocupa três jardas no espaço-tempo.

Digamos, apenas por diversão, que o objeto seja alguém usando um relógio de pulso. O relógio mostrará aquele comprimento (três jardas) como “tempo”. Na figura 10.6, Lauren permanece estacionada no espaço e mede cinco horas em seu relógio. Seu irmão gêmeo Tim, movendo-se a quatro quintos da velocidade da luz, por sua vez mede apenas três horas em seu relógio. Tim vira-se e retorna, mais uma vez medindo três horas, enquanto Lauren mede cinco. Tim é um pouquinho mais jovem do que Lauren quando se encontram. Essa é uma das coisas impressionantes, inacreditáveis, que Einstein nos ensinou a respeito do universo.



Tim viaja durante três horas (de acordo com seu relógio) afastando-se de casa e outras três horas para retornar, movendo-se a uma velocidade equivalente a quatro quintos da velocidade da luz. Enquanto isso, sua irmã gêmea Lauren permanece em casa sem deslocar-se no espaço. Na volta de Tim, enquanto o relógio de Lauren indica que se passaram dez horas, o de seu irmão gêmeo indica que se passaram apenas seis. Portanto Tim está quatro horas mais jovem em relação à sua irmã gêmea.

Agora vejamos diagramas de espaço-tempo e linhas de universo de objetos menores, partículas elementares.

“Somas sobre histórias” ou: A probabilidade de se visitar Vênus

Recordemos as posições difusas dos elétrons no modelo de átomo sobre o qual falamos antes. Suas posições estavam “difusas” porque não podíamos medir simultaneamente, com precisão, a posição e o momento de nenhum deles. Richard Feynman tinha uma maneira de lidar com esse problema, a qual agora chamamos de “somas sobre histórias”.

Imaginemos que estamos pensando em todas as diferentes rotas que Chapeuzinho Vermelho pode pegar saindo de casa até o casebre da vovozinha – não apenas o caminho mais rápido, como o voo de uma ave, ou o roteiro mais seguro, evitando o máximo possível a floresta habitada pelo lobo, mas cada possível rota que ela pode pegar. Há bilhões e bilhões de rotas possíveis. Por fim, tem-se uma imagem gigantesca e confusa de Chapeuzinho fazendo sua jornada por todas essas rotas de uma só vez. Contudo, algumas são certamente mais prováveis do que outras. Se estudarmos as probabilidades de Chapeuzinho pegar cada rota, concluiremos que é bem improvável, a qualquer tempo entre sua casa e o casebre da vovozinha, que ela seja encontrada, por exemplo, no planeta Vênus. Mas, de acordo com Feynman, não se deve excluir definitivamente sua passagem por lá. A probabilidade dessa rota é muito baixa, mas não é zero.

De modo similar, com somas sobre histórias, físicos determinam cada caminho possível no espaço-tempo que possa ser trilhado por uma certa partícula, todas as possíveis “histórias” que a partícula poderia ter tido. É possível, então, calcular a *probabilidade* de uma partícula ter passado por um ponto qualquer, algo como calcular a probabilidade de Chapeuzinho Vermelho viajar através do planeta Vênus. (Não se quer, contudo, transmitir a ideia de que as partículas *escolhem* um caminho. Isso seria levar a analogia longe demais.)

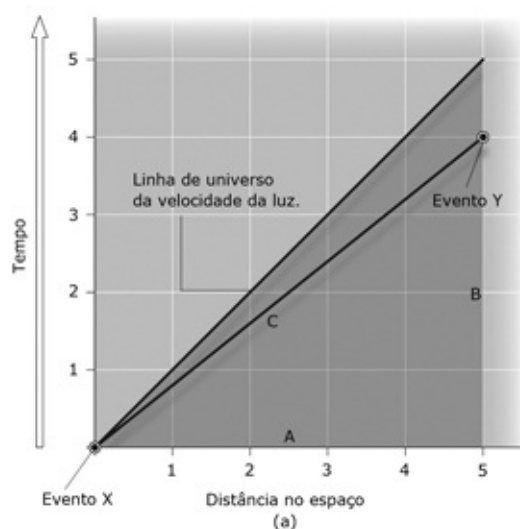
Hawking decidiu dar outro uso às somas sobre histórias: estudar todas as diferentes histórias que o universo poderia ter tido e que são mais prováveis que outras.

Antes de continuarmos, o leitor precisará saber que, mesmo que a teoria da relatividade tenha nos ensinado a pensar em três dimensões de espaço e uma de tempo como quatro dimensões de espaço-tempo, há ainda diferenças físicas entre espaço e tempo. Uma dessas diferenças tem relação com a maneira como medimos a distância quadridimensional entre dois pontos no espaço-tempo: a hipotenusa do triângulo, que o leitor aprendeu há pouco.

A figura 10.7a mostra dois eventos distintos (X e Y) em um diagrama de espaço-tempo. Eles são ligados por uma linha de universo com um ângulo maior do que 45 graus em relação à linha do tempo. Nenhuma informação pode passar entre esses eventos sem exceder a velocidade da luz. Em um caso assim, em que a distância entre dois eventos é maior no espaço do que no

tempo, o quadrado da hipotenusa (lado C) de nosso triângulo é um número *positivo*. Na língua da física, o quadrado da “separação quadrimensional” entre os eventos X e Y é positivo.

A figura 10.7b também mostra dois eventos. A distância entre eles é maior no tempo do que no espaço. Uma linha de universo entre esses eventos tem um ângulo menor do que 45 graus em relação à linha do tempo. Informação viajando a velocidade menor do que a da luz pode chegar de Y a Z . Quando isso é verdade, o quadrado da hipotenusa (lado C) de nosso triângulo é um número *negativo*. Os físicos dizem que o quadrado da separação quadrimensional entre X e Y é negativo.



(a) Se dois eventos (X e Y) estão mais afastados no espaço do que no tempo, a linha de universo que os une (lado C) necessita viajar a uma velocidade superior à da luz, e o quadrado de sua separação no espaço-tempo quadrimensional (o quadrado do lado C) é um número POSITIVO.

(b) Se dois eventos (X e Y) estão mais afastados no tempo do que no espaço, a linha de universo que os une (lado C) não necessariamente viaja a uma velocidade superior à da luz e o quadrado de sua separação no espaço-tempo quadrimensional (o quadrado do lado C) é um número NEGATIVO.

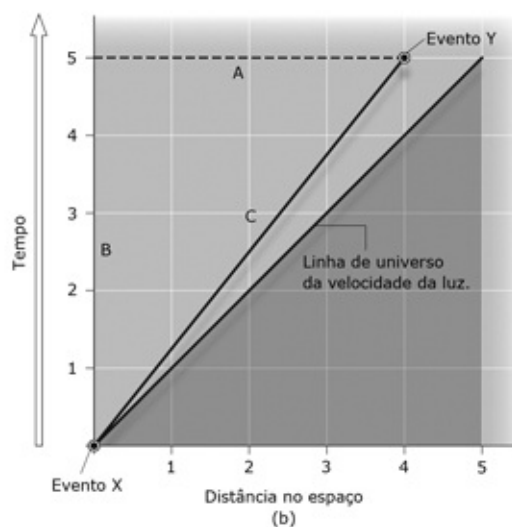


Fig. 10.7 (a, b) Uma distinção entre espaço e tempo.

Talvez o leitor tenha ficado perdido nesses dois últimos parágrafos. Caso não, uma luz vermelha pode ter piscado em seu cérebro. O quadrado de um número não pode ser negativo. Isso não acontece em nossa matemática. Se o quadrado de um número fosse um número negativo, que número poderia ser sua raiz quadrada? Qual é a raiz quadrada, por exemplo, de -9? Em nossa matemática, o quadrado de qualquer número (negativo ou positivo) é sempre positivo: 3 ao quadrado (3^2) é 9; assim como menos 3 ao quadrado (-3^2). É impossível chegarmos a -9. É impossível que o quadrado de qualquer coisa seja um número negativo.

Stephen Hawking e outros matemáticos e físicos têm uma maneira de solucionar esse problema: imagine que há números que produzem números negativos quando multiplicados por si mesmos e veja o que acontece. Digamos que 1 imaginário, quando multiplicado por si mesmo, dê menos 1. O 2 imaginário, multiplicado por si mesmo, dá menos 4. Calcule as somas sobre histórias das partículas e as somas sobre histórias do universo usando números imaginários. Calcule-os em um tempo “imaginário”, e não no “real”. O tempo que ele leva para chegar do ponto X ao ponto Y na figura 10.7b é tempo imaginário – a raiz quadrada de menos 9 –, o 3 imaginário.

Números imaginários são uma ferramenta matemática (um truque, se preferir) que ajuda a calcular respostas que, de outro modo, seriam absurdas. O “tempo imaginário” permite que físicos estudem a gravidade no nível quântico de maneira melhor e lhes propicia uma nova forma de olhar para o início do universo.

Tornando difusa a velocidade da luz?

Voltando-nos para o início do universo, conforme o espaço fica cada vez mais comprimido, há menos escolhas possíveis para o local onde uma partícula está (sua posição) em determinado momento. E a posição torna-se uma medida cada vez mais precisa. Devido ao princípio da incerteza, isso faz com que a medida do momento da partícula se torne cada vez menos precisa.

Inicialmente, olhemos o fóton, a partícula de luz, sob circunstâncias mais normais. Fótons movem-se a 300 mil quilômetros por segundo, fazendo a velocidade da luz ser 300 mil quilômetros por segundo. Agora, preciso dizer-lhe que nem sempre é esse o caso. (Depois de ler até aqui, o leitor deve estar acostumado a tais inversões!) Vimos que a probabilidade de encontrar um elétron está espalhada sobre alguma região ao redor do núcleo de um átomo: é mais provável em algumas distâncias do que em outras, mas, definitivamente, é uma tarefa complicada. Fótons, assim como elétrons, não podem ter definidos, ao mesmo tempo e com precisão, sua posição e seu momento, devido ao princípio da incerteza.

Ainda assim, Richard Feynman e outros nos disseram que a probabilidade de um fóton estar viajando a 300 mil quilômetros por segundo pode estar espalhada sobre alguma “região” próxima dessa velocidade. É o mesmo que dizer que, de certa maneira, a velocidade de um fóton flutua mais ou menos ao redor do que chamamos de velocidade da luz. Em longas distâncias, as probabilidades se cancelam mutuamente, de modo a definir a velocidade de um fóton como 300 mil quilômetros por segundo. Contudo, em distâncias muito pequenas, no nível quântico, há a possibilidade de um fóton mover-se a uma velocidade um pouquinho menor ou um pouquinho maior do que a da luz. Essas flutuações não serão vistas diretamente, mas o caminho dos fótons no diagrama do espaço-tempo, que desenhamos como um ângulo de 45 graus, fica um pouco confuso.

Quando estudamos o início do universo, quando o espaço está bem comprimido, essa linha fica *muito* confusa. O princípio da incerteza significa que, quanto maior a precisão com que medimos a posição de um fóton, menos precisa é a medida de seu momento. Quando dizemos que, bem no início do universo, tudo estava comprimido a uma densidade quase infinita (não uma singularidade, mas quase isso), estamos ficando extraordinariamente precisos a respeito da localização de partículas como os fótons. Quando atingimos essa precisão a respeito da posição, nossa imprecisão a respeito do momento aumenta muito. Quando nos aproximamos da densidade infinita, também nos aproximamos de um número infinito de possibilidades sobre a velocidade de um fóton. O que acontece agora com nosso diagrama do espaço-tempo? Vejamos a figura 10.8. A linha de universo de um fóton, que, em circunstâncias mais normais, é apresentada em um ângulo de 45 graus, torna-se *terrivelmente* difusa. Ela flutua e ondula loucamente.

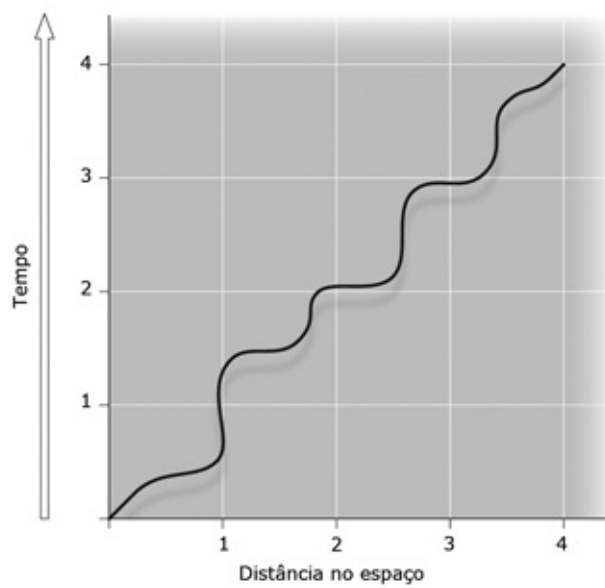
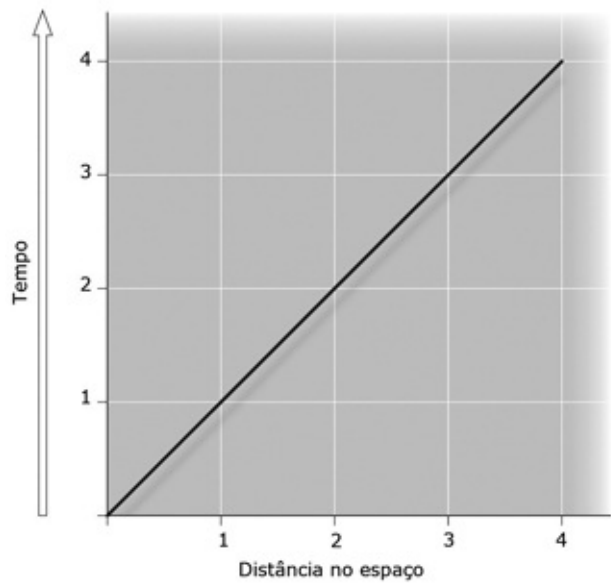


Fig. 10.8 O princípio da indeterminação no universo primordial.

Eis outra maneira de pensar sobre o que causa essa “flutuação”, uma maneira que vai se conectar a outros conceitos que estão sendo abordados neste livro. Pensar no início do universo é como comprimirmos a nós mesmos até um tamanho tão inimaginavelmente minúsculo que podemos ver o que está acontecendo no nível do que é extremamente pequeno. Imaginemos desta forma: se olharmos para esta página, ela parece lisa. Pode-se enrolar o papel um pouquinho, mas ainda está lisa. Do mesmo modo, embora haja certa curvatura, o espaço-tempo ao nosso redor parece liso. Por outro lado, se olharmos essa página com um microscópio, veremos curvas e protuberâncias. Similarmente, se olharmos o espaço-tempo em um nível extremamente minúsculo, bilhões e bilhões de vezes menor do que um átomo, encontraremos flutuações violentas na geometria do espaço-tempo (figura 10.9). Discutiremos isso novamente no capítulo 12 e veremos que isso pode resultar em algo que chamamos de “buracos de minhoca”. Por enquanto, a questão é que encontraríamos as mesmas flutuações violentas no início do universo, onde tudo era comprimido em tal extrema pequenez.

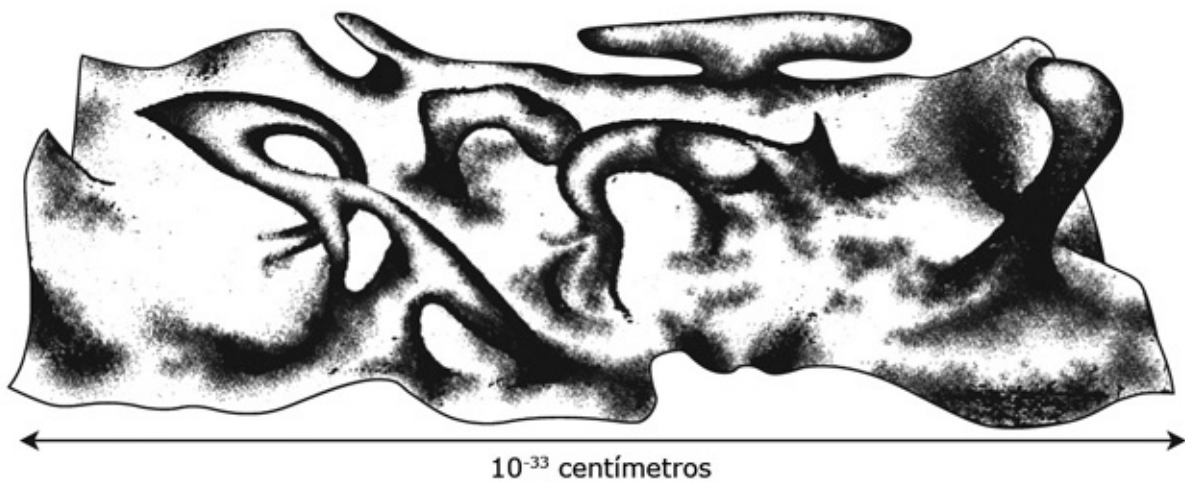
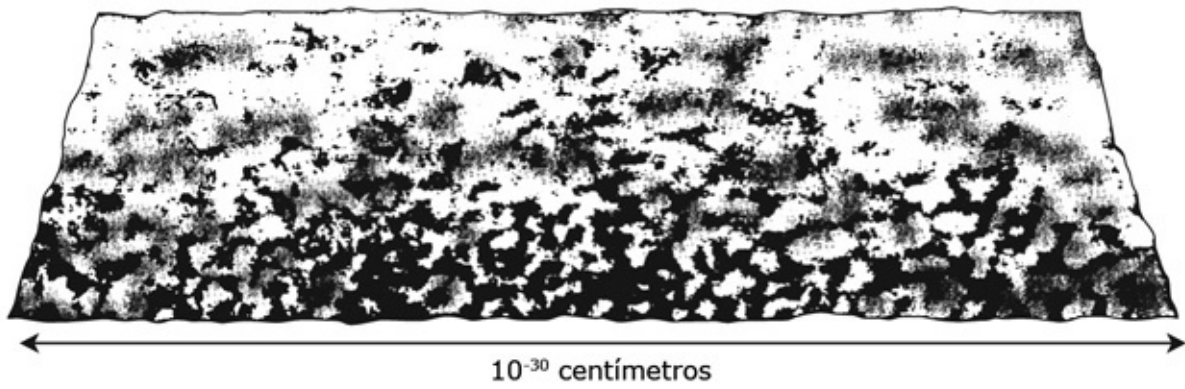
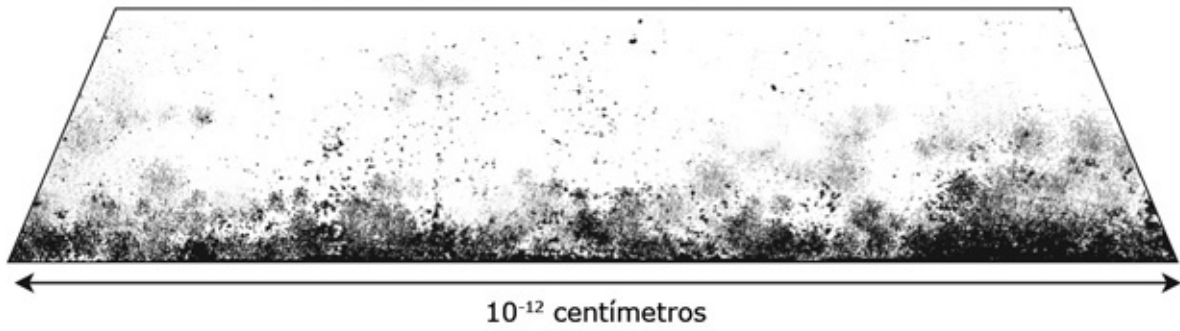


Fig. 10.9 O vácuo quântico, como foi imaginado por Wheeler em 1957, torna-se cada vez mais caótico à medida que examinamos as regiões de espaço sempre menores. Na escala de um núcleo atômico (no alto), o espaço parece muito liso. Inspecionando muito mais de perto (no meio), vemos que começa a surgir uma certa rugosidade. Numa escala mil vezes menor que a anterior (em baixo), a curvatura apresenta flutuações violentas.

Como podemos explicar esse cenário violento, caótico? Mais uma vez, voltamo-nos para o princípio da incerteza. Vimos, no capítulo 6, que o princípio da incerteza também significa que um campo, tal como um campo eletromagnético ou gravitacional, não pode ter um valor definitivo e uma taxa de variação ao longo do tempo definitiva. Zero seria uma medida definitiva; assim, um campo não pode medir zero. Todos os campos *teriam* de medir exatamente zero no espaço vazio. Assim, sem zero não há espaço vazio. O que temos em vez de espaço vazio? Uma flutuação contínua no valor de todos os campos, uma oscilação ora para o lado positivo, ora para o lado negativo de zero, resultando em média zero, mas sem nunca *ser* zero. Essa flutuação pode ser pensada como os pares de partículas que vimos na discussão sobre a radiação Hawking. A produção de pares de partículas é maior onde a curvatura do espaço-tempo é mais severa e se altera mais rapidamente. É por isso que esperamos encontrar tantos pares no horizonte de eventos de um buraco negro.

Bem no início do universo, encontramos uma situação de curvatura de espaço-tempo extremamente grande e rápida alteração dessa curvatura. As flutuações quânticas em todos os campos, incluindo o campo gravitacional, tornam-se muito violentas. Se há flutuações violentas em um campo gravitacional, é o mesmo que dizer que há flutuações violentas na curvatura do espaço-tempo. Não estamos falando sobre grandes curvas, como grandes ondas do oceano. Estamos falando sobre todos os tipos de dobras, ondulações e turbilhões em contínua alteração. Coisas estranhas acontecem à linha de universo de um fóton, em um ambiente tão selvagem e maluco. Mais uma vez, vejamos as figuras 10.8 e 10.9.

Não importando a explicação que escolhermos, a questão é que desaparece a diferença entre a direção do tempo e as direções no espaço. Quando o tempo se parece com o espaço, não temos mais a conhecida situação em que a direção do tempo sempre está dentro do ângulo de 45 graus e as direções do espaço sempre ficam do lado de fora.

Hawking resume o que acabamos de ver: “No início do universo, quando o espaço estava muito comprimido, o efeito devastador do princípio da incerteza pode alterar a distinção básica entre espaço e tempo”. Não é mais verdade que, se os pontos estão mais distantes no tempo do que o estão no espaço, o quadrado da separação entre eles no espaço-tempo quadrimensional (o quadrado da hipotenusa de nosso triângulo) é necessariamente um número negativo. “É possível que o quadrado daquela separação se torne positivo em certas circunstâncias. Quando for esse o caso, o espaço e o tempo perdem sua distinção remanescente – podemos dizer que o tempo torna-se totalmente espacializado –, e é então mais correto falar não de espaço-tempo, mas de um espaço quadrimensional.”⁴

Quando o tempo torna-se espacializado

Qual seria a aparência disso? Como essa situação bizarra de espaço quadrimensional vai se juntar, tranquilamente, ao espaço-tempo como o conhecemos, em que o tempo flui como tempo? Usando o tempo imaginário, é possível imaginar o espaço quadrimensional, em que o tempo como o conhecemos não existe, curvando-se para lá e para cá e formando uma superfície fechada, uma superfície sem bordas ou limites. Se o leitor acha que consegue imaginar isso ocorrendo em quatro dimensões, ou está enganado ou está dando um novo passo evolutivo no desenvolvimento do cérebro. A maioria de nós está condenada a pensar nisso em menos dimensões. É fácil imaginar algo com menos dimensões que não tenha bordas ou limites: a superfície de uma bola ou a superfície da Terra.

No primeiro modelo de universo de Friedman, o universo era finito, e não infinito, em tamanho. Mas aquele modelo também era ilimitado. Não tinha limites, não tinha bordas no espaço. Era como a superfície de uma bola: sem bordas, mas com tamanho finito. Hawking acha que o universo pode ser finito e ilimitado em espaço e *tempo*. É possível que o tempo não tenha início nem fim. Todo ele faz curvas e forma uma superfície fechada, como a superfície da Terra.

Isso nos deixa um tanto desarmados. Podemos imaginar a superfície da Terra e concordar que ela é finita e ilimitada, mas como seria um *universo* que seja finito e ilimitado em espaço e tempo? É difícil fazer uma ligação mental entre a forma de uma bola e qualquer conceito representativo de um universo quadrimensional. Só tentar isso nos deixa com uma sensação de cegueira – tateando no escuro. Vejamos que mais podemos dizer sobre isso que possa ser útil.

Primeiro, diremos qual *não* seria sua aparência. Não haveria “condições-limite” – a forma como as coisas estavam no exato ponto do início –, porque lá não haveria ponto inicial, nenhuma borda. Tudo apenas se curvaria. Hawking sugere que afirmemos exatamente o seguinte: as condições-limite do universo são o fato de não haver limites. Não haveria nem início nem fim do universo – *em nenhum ponto*. Assim, é melhor nem pensar em perguntar: mas e *antes* disso? É como perguntar o que fica ao sul do polo Sul. Uma placa indicando “sul” não tem nenhum significado no polo Sul. Uma seta do tempo indicando “por aqui se chega ao passado” não tem nenhum significado quando a dimensão do tempo ficou “desnorteada”.

Alguns leitores devem estar se perguntando: se não há antes e depois do universo na dimensão do tempo, haveria qualquer “outro ponto”, qualquer outro lugar ou qualquer ponto exterior a esse universo nas dimensões espaciais? O modelo de Hawking não diz que não exista. Pode-se ter um ponto exterior quando não existe limite? No modelo da bola, há um sentido em que é possível. É na direção que a formiga na superfície do balão, do capítulo 6, veria se pudesse olhar “para fora” da superfície – o que, como o leitor se lembrará, ela não pode fazer. Essa dimensão não existe para a formiga, mas isso não significa necessariamente que ela não exista. A ideia de ter “outros pontos” no espaço, mas nenhum no tempo (nenhum antes nem depois), adequa-se perfeitamente à ideia de que o tempo em que vivemos é apenas uma mutação temporária do que é realmente uma quarta dimensão espacial.

Como tudo pode parecer complicado demais para fazer sentido, olhemos de maneira mais prática. Perguntemos mais uma vez: qual seria a aparência de um universo finito e ilimitado em

espaço e tempo? Os cálculos são extremamente difíceis. Contudo, o que isso parece nos dizer é que um universo assim seria parecido com o nosso.

Como afirmou Hawking:

Eles preveem que o universo deve ter começado em um estado muito homogêneo e uniforme. Teria passado por um período do que é conhecido como expansão exponencial ou “inflacionária”, durante o qual seu tamanho teria aumentado em um fator muito grande, mas a densidade teria permanecido a mesma. O universo teria, então, ficado muito quente e se expandido para o estado em que o vemos hoje, resfriando-se ao mesmo tempo que se expande. Em escalas muito grandes, seria uniforme e idêntico em todas as direções, mas conteria irregularidades locais que se desenvolveriam em estrelas e galáxias.⁵

Em tempo real – e é aí que vivemos –, ainda nos pareceria que temos singularidades no início do universo e dentro de buracos negros.

Hawking e Jim Hartle apresentaram a comunidade física com esse modelo ilimitado do universo em 1983. Hawking gostava de enfatizar que se tratava apenas de uma proposta. Não deduzira essas condições-limite a partir de nenhum outro princípio. O modelo o encantara. Ele achava “que realmente fundamenta a ciência, pois na realidade é a afirmação de que as leis da ciência se mantêm em qualquer lugar”.⁷ Não existem singularidades em que elas não se apliquem. Esse tipo de universo é autossuficiente. É preciso explicar como foi criado? Haveria a obrigação de esse universo ser criado? “Ele deveria apenas ser”, escreve Hawking.⁸

“Assim, há espaço para um Criador?”

Isso levanta algumas perturbadoras questões filosóficas. Como afirma Hawking, “se o universo não tem limites, mas é autossustentável... Deus não teria tido nenhuma liberdade para escolher a forma como o universo começaria”.⁹

Hawking não havia dito que a proposta de não limite exclui a existência de Deus, apenas que Deus não escolheria nada a respeito da forma como o universo começou. Outros cientistas discordam. Eles não acham que a proposta ilimitada limite muito Deus. Se Deus não tem escolha, ainda teríamos de ficar imaginando quem havia definido que Deus não teria escolha. Talvez, como sugere o físico Karel Kuchar, essa tenha sido a escolha feita por Deus. Don Page, que resenhou Uma breve história do tempo para a revista científica *Nature* na Inglaterra, tem uma opinião semelhante. Page era o aluno assistente de Hawking no final dos anos 1970. Ele se mudou para assumir o cargo de professor na Universidade de Alberta, Edmonton, Canadá. Page e Hawking ainda eram bons amigos e continuavam colaborando em artigos científicos, e Hawking estava bem ciente da possibilidade de seu ex-aluno surgir com argumentos para refutar a noção de que a proposta de não limite abolia a necessidade de um Criador. E surgiria mesmo.

À pergunta de Hawking – “Assim, haveria espaço para um Criador?” –, Page respondia que, na visão judaico-cristã, “Deus cria e sustenta todo o universo, e não apenas o início. Saber se o universo tem ou não um início não tem nenhuma relevância para a questão de sua criação, assim

como se o traço de um artista tem um início ou um fim, ou em vez disso forma um círculo sem fim, não tem relevância para a questão de ele ter sido desenhado”.¹⁰ Um Deus existindo fora de nosso universo e de nosso tempo não precisaria de um “início” para conseguir criar, mas ainda poderia nos parecer, de nosso ponto vantajoso no tempo “real”, como se tivesse havido um “início”.

Em *Uma breve história do tempo*, mesmo Hawking sugeriria que é possível que ainda haja um papel para um Criador: “Seria a teoria unificada tão irrefutável que ela viabiliza sua própria existência?”. Caso contrário, “o que permite que as equações formem um universo que lhes seja possível descrever?”.¹¹ No livro *Guia do leitor para “Uma breve história do tempo”*, que acompanhava o filme, ele dizia que, se a proposta de não limite estivesse correta, teríamos tido sucesso em descobrir como o universo começou. “Mas ainda não sei como começou.”¹² Hawking pretendia descobrir, se fosse capaz.

Tudo isso nos obriga a dar um alerta: embora os físicos teóricos façam perguntas desafiadoras, sagazes, e nos apresentem propostas e teorias magníficas, eles não alegam nos dar “respostas definitivas” – ainda que o subtítulo de um livro posterior, do qual Hawking foi coautor, possa sugerir o contrário. O melhor progresso científico vem de sugerir “respostas” e, então, desmontar e reprovar essas “respostas”. Os cientistas mais ousados e imaginativos lançam seus barquinhos de brinquedo na água e, então, pelo que parece, esforçam-se ao máximo para fazer com que afundem.

O trabalho de Hawking é um exemplo excelente. Primeiro, ele provou que o universo tinha de começar como uma singularidade. Então, com sua proposta de não limite, mostrou-nos como pode não haver nenhuma singularidade. Nesse meio-tempo, ele nos disse que os buracos negros nunca podem diminuir de tamanho, mas logo descobriu que podiam. Seu trabalho sobre a singularidade do Big Bang parecia consistente com uma visão bíblica da Criação, mas sua proposta de não limite deixou o Criador desempregado, ou pelo menos mudou a descrição do cargo. Em *Uma breve história do tempo*, sugeriu que talvez precisássemos mesmo de um Deus e que “o triunfo definitivo da razão humana” seria “conhecer a mente de Deus”.¹³ Hawking é provocador e de espírito aberto, da maneira que os grandes pensadores sempre foram. Ele busca conclusões claramente definidas, bem argumentadas, e então, logo em seguida, questiona e desmonta sem perdão as mesmas conclusões. Não hesita em admitir que uma conclusão prévia estava incorreta ou incompleta. É assim que sua ciência – e talvez toda a boa ciência – avança, e é um dos motivos pelos quais a física parece tão cheia de paradoxos.

Nesse processo, Hawking forneceu propostas eloquentes que podem ser usadas para apoiar pontos de vista filosóficos contrários. Foi citado e refutado por aqueles que acreditam em Deus e por aqueles que não acreditam. Foi herói e vilão de ambos os lados. Contudo, aqueles que dependem de suas afirmações – ou declarações de outros cientistas – como suporte de sua crença ou descrença correm o risco de cair da cadeira a qualquer momento.

Enquanto isso, embora nos pareça que Hawking tenha mudado totalmente de rumo com a proposta de não limite, ele não via dessa maneira. Dizia que o mais importante em seu trabalho sobre singularidades era que mostrava que um campo gravitacional precisa se tornar muito forte para que não se consiga ignorar os efeitos quânticos. E quando se para de ignorar os efeitos

quânticos descobre-se que o universo poderia ser finito no tempo imaginário, mas não tem limites ou singularidades.

A inflação fica caótica

Em 1983, o mesmo ano em que Hawking e Jim Hartle publicaram sua proposta de não limite, Andrei Linde solucionou alguns dos problemas ainda perturbadores da teoria da inflação com uma nova sugestão. A primeira pessoa no Ocidente para quem mencionou a “inflação caótica” foi Hawking. Stephen ficou empolgado.

Tanto a “nova” como a “velha” inflação presumiam que inflação era apenas uma curta fase intermediária na história do início do universo, que o universo estava em um estado de equilíbrio térmico (ou seja, tinha a mesma temperatura em todos os lugares) antes de a inflação começar, era relativamente homogêneo e grande o suficiente para sobreviver até que o processo de inflação se iniciasse. Linde abandonou essas crenças em seu cenário de inflação caótica, o qual não exigia equilíbrio térmico e em que a inflação poderia começar antes, mais próxima do Big Bang.

O universo antes do período inflacionário poderia estar em um estado caótico. Isso era necessário para que partes minúsculas daquele caos fossem capazes de inflar, tornando-se mais equilibradas e mais isotrópicas,^{*} como acabou acontecendo, do mesmo modo que balões que começam como pedaços enrugados de borracha se transformam em balões lisos. Pelo que sabemos, apenas uma parte minúscula do caos fez isso, embora não seja provável. Em todo caso, nosso balão, enquanto inflava, empurrou outras partes que inflam para bem longe do alcance de nossa visão. Talvez outras partes do universo ainda estejam caóticas. Ou talvez tudo esteja tranquilo em todas as partes.

Na inflação caótica, não há nenhuma fase de transição ou super-resfriamento. Em vez disso, há um campo que tem valores grandes em algumas regiões do universo e não em outras, uma espécie de “negligência feliz do Criador”, como Linde observa.¹⁴ A energia nas regiões com valores grandes, pensava Linde, seria alta o suficiente para ter um efeito gravitacional repulsivo, fazendo com que se expandissem de maneira inflacionária, enquanto nas regiões do campo em que valores fossem pequenos demais isso não aconteceria. A inflação nas regiões onde isso aconteceu criaria, a partir do caos original, enormes ilhas homogêneas, todas maiores do que nosso universo observável. Nessas regiões, a energia do campo diminuiria lentamente e em algumas delas permitiria, por fim, a expansão para atingirem a taxa de expansão que observamos. Havendo uma quantidade suficiente dessas regiões por perto, é altamente provável que encontremos uma em que as condições fossem adequadas para produzir um universo como este que conhecemos, com as constantes da natureza, que são elementos arbitrários em nossas teorias, ajustados para permitir a existência eventual do leitor e de mim. Talvez apenas uma – e nesse caso seria a nossa.

Uma solução satisfatória para o caso, mas... não a resolução dela. A teoria da inflação caótica também previa um “segundo estágio de inflação”, que ocorreria muito depois – uma aceleração

da expansão do universo... talvez em nossa era moderna. No início dos anos 1980, essa ideia parecia mais ficção científica, até mesmo para Andrei Linde e Stephen Hawking. Veremos que, mais para o final do século, não mais seria ficção científica.

Enquanto isso, o aspecto mais impressionante da teoria da inflação, da forma como ela começava a ser pensada no início da década de 1980, era que, embora os cientistas ainda tivessem ideias diferentes a respeito da maneira como ocorrera a inflação, havia sim uma concordância de que todo o universo visível que conhecemos hoje poderia ter começado a partir de uma irregularidade de massa e energia muito menor do que jamais alguém imaginou ser possível. Como John Barrow colocou em *The book of the universes*: “Em vez de erradicar [irregularidades], a inflação apenas as colocou além do horizonte visível do universo atual. Elas ainda estão lá, em algum lugar, bem distantes, mas a totalidade de nosso universo visível reflete a alta isotropia e o equilíbrio de uma minúscula porção de espaço que passou por inflação”.^{[15](#)}

Nosso universo não é, claro, completamente uniforme. Temos sistemas solares, galáxias e aglomerados de galáxias. Mesmo imediatamente após a inflação, a parte que, porventura, se expandiria para tornar-se nosso universo visível não deve ter sido perfeitamente uniforme, como pode sugerir o balão inflado que imaginamos. Seria esticada, mas não a ponto de evitar que se tivessem pequenas variações que forneceria as sementes que poderiam se transformar em toda essa estrutura impressionante – modernas variações em grande escala da densidade.

Pouco antes da conferência que Hawking e Gibbons organizaram em Cambridge, no verão de 1982, os participantes haviam percebido que a inflação produziria um padrão particular de variações.^{[16](#)} Isso apareceria como um padrão reconhecível de variação de temperatura da radiação cósmica de fundo em micro-ondas. As observações naquela época não foram capazes de demonstrar qualquer padrão assim. Entretanto, sendo contra ou a favor da inflação, ainda que ninguém pudesse ser testemunha ocular dos eventos com os quais nosso universo começou, havia esperança de que, algum dia, se encontrassem evidências que mostrassem que os teóricos da inflação estavam corretos.

“Há tartarugas até lá embaixo”

Na primavera de 1982, Lucy tinha onze anos e terminava o ensino fundamental na Newnham Croft Primary School. Ela e seus pais definiram que a melhor escolha para o estágio seguinte de sua educação era a Perse School for Girls, em Cambridge. Seu irmão Robert estudava na Perse School for Boys desde os sete anos. Na década de 1960, a necessidade prática de um emprego, para que pudesse se casar, colocara Hawking no caminho da busca por singularidades. Dessa vez, outra necessidade prática – fundos para pagar a escola de Lucy – o levou a um novo projeto, que teria impacto poderoso sobre os Hawking e muita gente em todo o mundo. Tudo começou com a decisão de Hawking de tentar ganhar dinheiro escrevendo um livro sobre o universo – não um livro acadêmico, mas um voltado para pessoas sem formação científica.

Houvera, logicamente, outros livros populares sobre o universo e buracos negros. Porém Hawking achava que nenhum deles falara o suficiente sobre as perguntas mais interessantes, aquelas que o fizeram ter vontade de estudar cosmologia e teoria quântica: de onde veio o universo? Como e por que ele começou? Será que um dia acabará, e, caso sim, como isso acontecerá? Há uma teoria completa do universo e de tudo que existe dentro dele? Estamos próximos de encontrar essa teoria? Há necessidade de um Criador?

Essas eram perguntas que ele achava que deveriam interessar a todos, não apenas a cientistas. Contudo, a ciência tornou-se tão técnica e especializada que o público geral ficou afastado da discussão. O truque para escrever o livro seria torná-lo compreensível para os não cientistas, e isso significava usar praticamente nenhuma matemática. Ele começou a ditá-lo e finalizou o primeiro rascunho do livro em 1984.

Como lhe foi bem difícil ditar um livro dessa extensão, Hawking queria que a obra atingisse a maior quantidade de pessoas possível. Seus livros anteriores tinham sido publicados pela Cambridge University Press, uma das mais prestigiadas editoras acadêmicas do mundo, mas, depois de discutir a proposta desse novo livro e escutar que a previsão era que pudesse vender vinte mil exemplares por ano em todo o mundo, Hawking decidiu que poderia se dar melhor com uma editora mais ligada ao mercado popular de massa. Queria ver seu livro em lojas de aeroportos. Seu agente norte-americano desencorajou-o a fazer isso. Acadêmicos e estudantes comprariam o livro, mas o mercado popular era bem improvável. Hawking pensava de outra maneira.

Diversas editoras britânicas rejeitaram a proposta, uma decisão da qual se arrependeriam.¹ Mas houve algumas ofertas. Uma das mais surpreendentes veio da Bantam. Ignorando o

conselho de seu agente, Hawking optou por ela. A Bantam podia não ser especializada na publicação de livros de ciência, mas vendia muitos e muitos livros em aeroportos. A Bantam nos Estados Unidos pagou 250 mil dólares pelos direitos americanos, e a Bantam-Transworld, no Reino Unido, ofereceu 30 mil libras esterlinas pelos direitos britânicos. Pagar essa quantia toda por um livro científico era uma aposta – uma das melhores apostas jamais feitas no mercado editorial.

Um ano no limite

O ano de 1985 foi difícil para a família Hawking. Naquele verão, a ideia era Stephen passar um mês em Genebra, no CERN. Ele esperava, entre outras coisas, explorar as implicações de alguns cálculos recentes de Don Page e Raymond LaFlamme relacionadas a setas do tempo. Hawking, seus enfermeiros, sua secretária Laura Gentry e alguns alunos deixaram Cambridge e viajaram diretamente para a Suíça, enquanto Jane, Jonathan, Lucy e Tim pegaram uma rota mais tortuosa e aventureira, acampando na Bélgica e na Alemanha. Deveriam encontrar Stephen no Festival de Bayreuth, abandonar as barracas e assumir um padrão formal para assistir ao Ciclo dos *Anéis* de Wagner. À época, todos estavam mais preocupados com Robert, que fazia uma trilha pela Islândia e de canoa pela costa norte em uma expedição de seu grupo de escoteiros, do que com Stephen na segura e saudável Suíça.²

Na véspera de sua chegada a Bayreuth, Jane encontrou um telefone público em Mannheim e ligou para o marido na Suíça para combinar a programação do dia seguinte. Laura Gentry, muito perturbada, atendeu ao telefone e recomendou-lhe ir até Genebra imediatamente. Stephen estava no hospital, com pneumonia. A situação parecia grave. Jane chegou lá e percebeu que a preocupação de Laura era justificada. Ele estava ligado a aparelhos, em coma induzido, correndo sério risco de morte.

Cientes do futuro físico de Hawking com esclerose lateral amiotrófica, mas sem conhecer sua feroz determinação em sobreviver, os médicos deram a Jane a opção de desligar as máquinas e permitir que morresse. Para ela, essa era uma decisão difícil. A única maneira de salvar sua vida seria realizar uma traqueotomia. Depois disso, não haveria mais crises de tosse e asfixia, mas ele nunca mais seria capaz de falar ou produzir qualquer som vocal. Parecia um preço horripilante a pagar. A fala de Hawking era lenta e difícil de entender, mas ainda era uma fala e seu único meio possível de comunicação. Sem isso, ele não poderia seguir sua carreira, muito menos conversar. Sua sobrevivência valeria a pena? Todavia, mesmo com sérias dúvidas, Jane ordenou que lhe fosse permitido viver. “O futuro parecia muito, muito lúgubre”, recorda. “Não sabíamos como conseguiríamos sobreviver – ou se ele ia sobreviver. A decisão era minha... mas às vezes fico pensando: o que foi que fiz? Que tipo de vida lhe permiti ter?”³

Quando Hawking ficou forte o suficiente, a Universidade de Cambridge pagou uma ambulância aérea para que ele retornasse à Inglaterra, onde foi colocado sob cuidados intensivos no Hospital de Addenbrooke. Os médicos fizeram uma última tentativa de evitar a cirurgia, mas os esforços para livrá-lo do respirador trouxeram de volta os ataques de asfixia. A traqueotomia

era a única solução. Hawking lembra-se dos sonhos vívidos que teve durante esse período, de estar voando em um balão de ar quente. Decidiu assumir isso como um símbolo de esperança.

Lentamente se recuperando no hospital, Hawking não mais respirava pela boca e nariz, mas através de uma abertura permanente feita em sua garganta, mais ou menos na altura do colarinho da camisa. A única maneira de se comunicar era soletrar, letra a letra, erguendo as sobrelanceiras quando alguém apontava a letra correta num papel.

Depois de várias semanas de cuidado intensivo, permitiram que Hawking fosse para casa nos domingos à tarde. Jane estava determinada a fazer com que ele ficasse com ela, seus filhos e Jonathan, em vez de viver em uma casa de repouso. Desde 1980, enfermeiras privadas e do Estado, por acerto de Martin Rees, vinham passar uma hora ou duas toda manhã ou tarde a fim de complementar o cuidado oferecido por Jane, o pós-graduando assistente e Jonathan. Entretanto, a partir daquele momento até o dia em que morresse, Hawking precisaria de enfermeiras 24 horas por dia. O custo era astronômico, muito além dos recursos dos Hawking. O Serviço Nacional de Saúde, que na Grã-Bretanha é financiado com recursos públicos, teria pago por uma casa de repouso, mas podia oferecer apenas algumas horas de cuidado em casa, mais ajuda com banho. “Não havia nenhuma maneira de financiar enfermeiras em casa”, diz Jane.⁴ Para Hawking, parecia ter chegado ao fim não apenas o trabalho enquanto físico, mas também uma vida que valesse a pena. Foi o fim que esperavam que tivesse vindo muito antes, mas nem por isso deixava de ser bem amargo.

“Às vezes, as coisas pareciam totalmente terríveis para nós, mas de repente surgia alguma coisa dessas crises”,⁵ comentou Jane, recuperando parte do otimismo com que iniciara seu casamento. Kip Thorne, na Califórnia, ficou sabendo do apuro por que passava seu amigo e entrou imediatamente em contato com Jane, sugerindo-lhe que tentasse obter ajuda da Fundação John D. and Catherine T. MacArthur. O físico de partículas Murray Gell-Man, outro amigo, estava no conselho da fundação. A Fundação MacArthur concordou em ajudar, inicialmente como teste, oferecendo-se para custear os cuidados médicos. Pouco mais de três meses depois de Hawking ter sido internado no hospital, ele voltou para casa, em West Road, no início de novembro.

Um inesperado raio de esperança surgiu no horizonte lúgubre quando Walt Woltoz, um especialista em computação da Califórnia, enviou um aplicativo que havia desenvolvido para sua madrasta deficiente. O “Equalizer” permitia que o usuário selecionasse palavras de uma tela de computador e também tinha um sintetizador de voz embutido. Um dos alunos de Hawking inventou um instrumento parecido com um mouse de computador, de modo que Hawking pudesse operar o programa com um leve movimento, que ainda lhe era possível: apertando um botão que ficava preso em sua mão. Caso não conseguisse fazer isso, movimentos de cabeça ou de olhos poderiam ativar o botão.

Ainda fraco e doente demais para retomar sua pesquisa, Hawking ficou praticando com seu computador. A primeira mensagem que produziu, depois de conseguir fazer a voz eletrônica dizer “Olá”, naquele tom sintetizado predestinado a se tornar conhecido em todo o mundo, foi pedir a Brian Whitt, seu graduando assistente, que o ajudasse a terminar de escrever seu livro popular.⁶ Isso teria de esperar até Hawking adquirir mais proficiência com o equalizador, mas

pouco depois conseguia produzir dez palavras por minuto, não muito rápido, mas o suficiente para convencê-lo de que podia seguir em frente com sua carreira. “Era um pouco lento”, diz Stephen, “mas na época eu estava pensando lentamente, então era adequado para mim.” Depois, sua velocidade aumentou. Por um tempo, conseguiu produzir mais de quinze palavras por minuto.

Era assim que as coisas funcionavam, e ainda funcionam, com algumas poucas modificações. O vocabulário programado no computador continha por volta de 2.500 palavras, com cerca de duzentos termos científicos específicos. Uma tela cheia de palavras aparecia. A metade superior da tela e a metade inferior são alternadamente iluminadas, para a frente e para trás, até que Hawking veja a metade de tela que contenha a palavra que está buscando e aperte o botão para escolher essa metade de tela. Então são destacadas linhas de palavras, uma após a outra. Quando a linha com a palavra que ele quer entra em destaque, Hawking aperta o botão novamente. As palavras naquela linha são, então, destacadas, uma a uma. Quando a palavra que ele quer fica destacada, Stephen aperta o botão mais uma vez. Às vezes, ele perde o momento, e as palavras ou linhas precisam passar novamente. Há algumas frases usadas com frequência, como “por favor, vire a página”, “por favor, ligue o computador de mesa”, um alfabeto para soletrar palavras não incluídas no programa e, pelo que fiquei sabendo, um arquivo especial com observações insultuosas, embora eu não o tenha visto usá-lo.

Hawking seleciona as palavras, uma a uma, para formar uma sentença, que aparece na parte inferior da tela. Ele pode enviar o resultado para um sintetizador de fala, que o pronuncia em voz alta ou pelo telefone. Uma falha estranha no processo é que ele não consegue pronunciar corretamente a palavra “fóton”, que sempre é dita como *foe-t’n*. Hawking também pode salvar algo em um disco e, depois, imprimir ou retrabalhar o texto. Há um programa de formatação para redigir artigos, e ele anota suas equações em palavras, e então o programa traduz para símbolos.

Hawking escreve suas palestras e as salva em discos. Pode escutar previamente o sintetizador de fala fazer a palestra, e então a edita e melhora. Diante da plateia, ele envia seu texto para o sintetizador de fala, uma sentença por vez. Um assistente apresenta *slides*, escreve as equações de Hawking no quadro negro e responde boa parte das perguntas.

A voz sintetizada por computador de Hawking varia a entonação e não parece um monótono robô, o que para ele é uma característica extremamente importante. De início, desejava que lhe dessem um sotaque britânico, mas, depois de um tempo, sentiu-se tão identificado com ela que “não gostaria de trocá-la, nem que me fosse oferecida uma voz que parecesse britânica. Passaria a sensação de ter me transformado em outra pessoa”.⁷ Definir o sotaque da voz era complicado. Alguns dizem que é norte-americano ou escandinavo. Para mim, parece da Índia oriental, talvez devido à inflexão levemente musical. Hawking não consegue injetar emoção à voz. O efeito é cadenciado, ponderado, distante. Tim, filho de Hawking, acha que a voz do pai é bem adequada a sua personalidade. Ele é, de todos os filhos, o que menos consegue recordar como era a voz real de Stephen. Quando ele nasceu, em 1979, já era pouco o que o pai conseguia falar.

Mas isso faz com que as conversas com Hawking se pareçam com um papo com uma máquina – como se ele fosse um alienígena, numa ficção científica? De início, um pouquinho.

Mas logo a pessoa se esquece disso. Hawking não se incomoda com a situação estranha e tem paciência, mesmo que os outros não tenham. Quando estava lendo partes deste livro, e eu segurava as páginas para ele, foi sua enfermeira, e não ele, quem sugeriu que era desnecessário eu aguardar que Hawking selecionasse “Por favor, vire a página”, que envolvia uma série de manobras na tela do computador. Assim que ele começava a clicar, ela dizia que eu podia virar a página, poupando-lhe trabalho e tempo. Ele aturou minha maneira de fazer as coisas por uma hora e meia sem indicar que eu estava sendo, de alguma forma, inconveniente. Por um acaso, na vez seguinte que Hawking “cliquou” e virei a página, ele estava fazendo um comentário, não pedindo-me para virar a página.

O senso de humor de Hawking é contagiante, e é possível descobri-lo a qualquer momento. Contudo, quando um entrevistador comentou com Hawking que deve ser frustrante contar piadas e os ouvintes anteciparem o desfecho, antes de se ter a oportunidade de contá-lo, Hawking admitiu que “muitas vezes percebo que, quando escrevo alguma coisa, a conversa já passou para outro assunto”.⁸ Entretanto, quando surge um sorriso em seu rosto, é difícil acreditar que aquele homem tenha tantos problemas. O risinho de Hawking é famoso e revela a qualidade de seu amor pelo trabalho. É um risinho que diz: “Isso é tudo muito impressionante e sério, mas... é divertido também!”.

É, logicamente, quase milagroso que Hawking tenha conseguido conquistar tudo isso, e mesmo o fato de ainda estar vivo. Porém, quando o encontramos e vivenciamos sua inteligência e humor, deixamos de levar tão a sério – assim como ele faz – seu modo incomum de se comunicar e seus óbvios e catastróficos problemas físicos. É assim que ele quer. Prefere ignorar a dificuldade: “Não fico pensando em minhas condições nem me arrependo de coisas que não consegui fazer, que não são muitas”.⁹ Ele espera que os outros adotem a mesma atitude.

1985-1986

No outono de 1985, com o equalizador aumentando as esperanças de Hawking seguir com sua carreira e terminar seu livro popular, Jane e Laura Gentry entrevistaram e contrataram a equipe de enfermeiras para 24 horas, que tornaram possível a vida na casa. Haveria três turnos por dia, e os enfermeiros precisavam ser profissionais com treinamento médico. O tubo inserido em sua garganta precisava ser sugado regularmente com um “mini-aspirador”, de modo que não se acumulasse catarro em seus pulmões. O próprio “mini-aspirador” poderia ser fonte de infecção e ser-lhe prejudicial se não fosse usado corretamente.¹⁰ Nem todos os entrevistados queriam esse tipo de trabalho exigente, e houve também alguns passos em falso.

Uma candidata que estava ávida para conseguir o emprego e disposta a se dedicar a ele por um bom tempo foi Elaine Mason, uma mulher atlética, fisicamente forte, com senso de humor burlesco e gosto por cores maravilhosos, que se mostrava em seu cabelo vermelho. Ela impressionou Jane por ser uma pessoa cuidadosa. Nascida Elaine Sybil Lawson, em Hereford, era uma devota evangélica, cujo pai, Henry Lawson, fora clérigo da Igreja Anglicana e cuja mãe fora médica. Elaine trabalhara por quatro anos em um orfanato em Bangladesh, e então

retornara para a Inglaterra e se casara com David Mason, um engenheiro da computação. Tinham dois filhos, um com idade próxima à de Tim Hawking.

Conheci Elaine, David Mason e seus filhos apenas como uma família que tinha crianças na mesma escola que as nossas, mas me lembro de que, no Dia dos Pais, competi (e ganhei) com Elaine na corrida do ovo na colher. Ela tinha a fama de ser uma feroz competidora, mas isso não ficou evidenciado naquele esporte em específico. Parecia uma mulher agradavelmente correta e desinibida.

A contratação de Elaine por Stephen e Jane mostrou-se uma escolha afortunada quando o marido dela adaptou um computador pequeno com um sintetizador de fala e o conectou à cadeira de rodas de Stephen. Antes disso, Hawking conseguia utilizar o equalizador apenas em seu computador de mesa. Agora sua voz poderia segui-lo onde quer que estivesse. David Mason, assim como sua esposa, era dedicado a Hawking. “Se ele erguesse uma sobrelanceira, eu correria uma milha para ajudá-lo”, falou.¹¹

A residência dos Hawking foi adaptada para a nova condição de ter uma vida muito menos privada, no que parecia um hospital em pequena escala, com estranhos habitando-a 24 horas por dia. Hawking conseguiu recuperar parte de sua força e aprendeu a manejar o programa Equalizer bem o suficiente para retornar ao trabalho antes do Natal. Não havia mais passeios solitários pelos fundos; um enfermeiro sempre o acompanhava. Em diversos aspectos, as coisas estavam melhorando. Seu filho Robert recebeu os resultados de sua prova de nível A, que, para alívio de todos, foram excelentes. Cambridge aceitaria Robert no outono seguinte, para assistir a aulas de ciências naturais, assim como seu pai fizera em Oxford.

Na primavera de 1986, a vida começou a se ajustar em um novo cenário, bastante otimista, com uma única pausa triste em março, quando morreu Frank Hawking, pai de Stephen. Isobel, a mãe de Hawking, disse que o filho ficou “muito triste com a morte do pai – foi uma coisa bem apavorante. Era muito ligado ao pai, mas acabaram se separando e, nos últimos anos, ficaram um bom tempo sem se ver”.¹² Hawking, logicamente, seguiu em frente. Logo retomou suas viagens. A primeira, para uma conferência na Suécia, foi um sucesso em diversos aspectos. Murray Gell-Mann também estava presente e testemunhou, em primeira mão, a capacidade de Hawking de ser o protagonista do evento – prova do bom uso que estava sendo feito do dinheiro da MacArthur. O pedido de Jane, em outubro, por uma extensão do financiamento fora aprovado. Agora cobriria despesas médicas, assim como o trabalho das enfermeiras de maneira contínua.

O ataque às livrarias de aeroportos

Depois de virar mestre no programa Equalizer, Hawking voltou a trabalhar em seu livro popular, na primavera de 1986. Como é típico de seu temperamento, não demorou a começar a considerar o novo nível de deficiência como uma vantagem, e não uma calamidade. “Na verdade”, disse Hawking, “agora posso me comunicar melhor do que antes de perder a voz.”¹³ Essa afirmação é muitas vezes citada como um exemplo de coragem bruta. Mas o fato é que se trata da simples

verdade. Ele não mais precisava ditar ou falar por meio de um “intérprete”.

A Bantam aceitara o primeiro rascunho de Hawking para o livro no verão de 1986, mas, com seus terríveis problemas de saúde, não houvera oportunidade para seguir adiante com o projeto. De todo modo, continuar não seria uma tarefa fácil. A editora insistia em algumas revisões. Hawking acabou reescrevendo quase totalmente a primeira prova.

Ele sabia que, mesmo em linguagem não técnica, os conceitos em seu livro não seriam fáceis para a maioria das pessoas. Stephen alega que também não é muito fã de equações, apesar de as pessoas compararem sua capacidade de lidar com elas de cabeça à de Mozart compondo mentalmente toda uma sinfonia. É difícil para Hawking escrever equações, ainda que o Equalizer lhe permita expressá-las em palavras, e então o programa as reescreve com símbolos. Diz que esse formato não lhe fornece uma sensação intuitiva. Como Kip Thorne indicou, Stephen gosta de pensar em forma de figuras. Isso, na verdade, parecia um método excelente para o livro: descrever as imagens mentais em palavras, ajudadas com analogias conhecidas e alguns diagramas.

O *modus operandi* de Hawking e seu pós-graduando assistente Whitt assumiram um padrão. Hawking explicava algo em linguagem científica e, então, se dava conta de que os leitores não compreenderiam. Ele e Whitt tentavam pensar em uma analogia, mas nenhum deles pretendia usar analogias arbitrariamente, sem ter certeza de que valeriam a pena. Para chegarem a essa certeza, travavam demoradas discussões. Hawking ficava se perguntando quanto deveria explicar. Seria melhor esconder alguns assuntos? Explicar demais levaria à confusão? Por fim, Hawking acabou explicando muita coisa.

Seu editor na Bantam, Peter Guzzardi, não era cientista. Sentia que tudo que não conseguia entender no manuscrito precisava ser reescrito. Apontou o que havia sido motivo de reclamação por parte dos alunos e colegas de Hawking: este muitas vezes pulava de pensamento em pensamento e chegava a conclusões surpreendentes, supondo erroneamente que os outros conseguiam ver as conexões. Alguns atribuíam isso à necessidade de Hawking de usar poucas palavras, mas o motivo era ainda mais profundo, e seus colegas cientistas sentiam dificuldade em entender esses pulos, mesmo estando em um nível muito mais avançado do que Peter Guzzardi. Whitt contou que, às vezes, Hawking lhe dizia que algo devia ser assim “porque entendo que é assim”, não porque podia prová-lo ou explicar como chegara até ali. Brian fazia os cálculos e, de vez em quando, tinha de informar Hawking que ele estava errado, mas o mestre não lhe dava crédito. Então, depois de pensar e conversar um pouco a respeito, Brian descobria que, no final, Hawking era quem estava certo. “O palpite dele era melhor do que minha habilidade com cálculos. Acho que esse é um aspecto muito importante de sua mente: sua habilidade de pensar longe, em vez de ir passo a passo; pulava os cálculos simples e surgia direto com uma conclusão.”¹⁴ Entretanto, para Guzzardi, o editor de Hawking, pular as conexões entre suas conclusões não era aceitável para um livro popular. Mesmo quando Stephen acreditava que sua explicação tivesse sido simples, Guzzardi muitas vezes a considerava impenetrável. Em certo momento, a Bantam educadamente sugeriu que contratassem um redator científico experiente para escrever o livro para Hawking, o que Stephen rejeitou veementemente. O processo de revisão tornou-se tedioso. Toda vez que Hawking submetia um capítulo reescrito, Guzzardi

retornava com uma lista enorme de objeções e perguntas. Hawking estava irritado, mas, quando acabou, admitiu que seu editor estava certo. “O resultado foi um livro muito melhor”, falou.¹⁵

Os editores da Cambridge University Press que viram a proposta de livro de Hawking o advertiram que, a cada equação que incluísse na obra, a venda do livro seria cortada pela metade. Guzzardi concordava. Por fim, Stephen decidiu que incluiria apenas uma equação: a $E = mc^2$, de Einstein. Guzzardi venceu a disputa pelo título. Quando Hawking ficou nervoso com o uso da palavra “breve”, Guzzardi respondeu que gostava muito e que o fizera sorrir. E esse argumento resolveu a questão. O título seria *Uma breve história do tempo*. O segundo rascunho foi, enfim, terminado um ano depois que começaram a trabalhar sobre o texto, na primavera de 1987.

Nessa época, Hawking também estava mais uma vez totalmente envolvido no mundo da física, seguindo com sua carreira e recebendo mais honras e prêmios. Em outubro de 1986, fora indicado para a Pontifícia Academia de Ciências, e toda a família Hawking tivera uma audiência com o papa. Ele recebera a primeira Medalha Paul Dirac, do Instituto de Física. Em junho e julho de 1987, depois que o rascunho final de *Uma breve história do tempo* foi completado, Cambridge realizou uma conferência internacional para celebrar o 300º aniversário da publicação de *Principia Mathematica*, de Isaac Newton, um dos livros mais importantes da história da ciência. Hawking colaborou para a realização desse evento. Além disso, ele e Werner Israel solicitaram artigos de líderes nos campos ligados à gravidade e produziram a esplêndida obra *300 anos de gravitação*.¹⁶

Quando *Uma breve história do tempo* estava próximo de ser publicado, no início da primavera de 1988, Don Page recebeu um exemplar antecipado para resenhá-lo para a revista científica *Nature*. Page ficou alarmado ao perceber que estava cheio de erros: fotografias e diagramas nos lugares errados e com legendas trocadas. Deu um telefonema urgente para a Bantam. E os editores decidiram recolher e destruir toda a impressão. Então começou um intenso processo de correção e reimpressão do livro a tempo de estar nas livrarias em abril, data de publicação nos Estados Unidos. Page acredita que possui um dos poucos exemplares existentes da impressão original do livro de Hawking. E essa cópia deve valer muito dinheiro.

Hawking gosta de falar que a edição norte-americana de *Uma breve história do tempo: do Big Bang aos buracos negros* foi publicada no Dia da Mentira (1º de abril de 1988). A edição britânica foi lançada em um almoço na Royal Society em 16 de junho. Os Hawking ficaram observando, impressionados, o livro subindo tranquilamente para o topo das listas de *best-sellers*. Lá permaneceu semana após semana, algo improvável, e então mês após mês, logo vendendo um milhão de exemplares na América. Na Grã-Bretanha, o editor não conseguia manter livros nas prateleiras em quantidade suficiente para atender à demanda. Logo vieram traduções para outras línguas. O livro foi, de fato, exposto com destaque nas livrarias de aeroportos, e Hawking precisou enfrentar a dificuldade de fazer seu sintetizador de fala pronunciar a palavra “Guinness” quando ele e sua obra chegaram ao *Livro dos recordes mundiais Guinness*. A máquina insistia em dizer “Guy-ness”. “Talvez porque fosse um sintetizador de fala norte-americano”, brincou Hawking. “Se eu tivesse ao menos um irlandês...”¹⁷

Talvez graças a seu persistente editor, Hawking conseguira tornar possível seguir sua lógica

(ainda que nem sempre seja algo fácil), de pensamento em pensamento, às vezes até antecipando o que vai dizer. Era um livro a ser estudado caso não se tivesse uma formação científica, e não lido rapidamente. E valia muito o esforço, além de ser uma boa diversão. O humor de Hawking transforma as páginas de *Uma breve história do tempo* em uma brincadeira ao longo da história do tempo, e não é nada seguro lê-lo em alguma situação em que seja inoportuno cair na gargalhada.

Stephen Hawking rapidamente tornou-se um nome conhecido e um herói popular em todo o mundo. Fãs organizaram um clube em Chicago e imprimiram camisetas de Hawking. Um membro admitiu que um de seus colegas de escola achava que esse Hawking na camiseta devia ser uma estrela do rock; alguns até admitiam ter seu último disco.

As resenhas foram favoráveis. Uma delas comparou o livro a *Zen e a arte da manutenção de motocicletas*. Jane Hawking ficou horrorizada, mas Stephen declarou que estava lisonjeado, que isso significava que seu livro “dava às pessoas a sensação de que não precisavam ser excluídas das grandes questões intelectuais e filosóficas”.[18](#)

Mas e as pessoas que compraram o livro conseguiram entendê-lo? Alguns críticos sugerem que a maioria dos que o adquiriram nunca o leu e, se tentasse, era impossível que compreendesse. Apenas queriam que fosse visto na mesinha de canto. Hawking contra-atacou com certa força no prefácio de *Guia do leitor para “Uma breve história do tempo”*: “Acho que alguns críticos são um tanto arrogantes em relação ao público em geral. Acreditam que eles, os críticos, são pessoas muito espertas e que, se eles não conseguem entender totalmente meu livro, então os pobres mortais não têm nenhuma chance”.[19](#) Ele não estava muito preocupado com a possibilidade de a obra ser deixada em mesinhas de canto e estantes de livros apenas para ser vista. A Bíblia e Shakespeare, argumentou, compartilharam esse destino por séculos. Todavia, achava que muitas pessoas haviam lido seu livro, porque recebia montanhas de cartas a respeito. Muitos faziam perguntas ou comentários bem detalhistas. Frequentemente era parado na rua por estranhos que lhe diziam que haviam gostado muito do livro; isso o deixava imensamente feliz, mas envergonhava seu filho Timmy.

O status crescente de celebridade de Hawking e a necessidade de divulgar o livro deram-lhe ainda mais oportunidades para viajar. Uma visita de Hawking costumava deixar exaustos seus anfitriões. O Instituto Rockefeller em Nova York foi o cenário de uma dessas ocasiões. Após um cansativo dia de palestras e aparições públicas, havia um banquete em homenagem a Hawking. Stephen adorava esses eventos e fazia um estardalhaço para cheirar o vinho e comentar a respeito. Após o jantar e os discursos, o grupo se moveu para o dique sobre o East River. Todos ficaram petrificados quando Hawking rolou para dentro do rio. Para alívio de todos, ele não ficou petrificado, e logo o estavam levando de volta ao hotel. No salão de baile de frente para o lobby, havia pessoas dançando. Hawking insistiu que não fossem embora antes de invadirem a festa. Incapaz de dissuadir o teimoso homenageado, o pequeno grupo de acadêmicos distintos concordou, hesitante, “embora nunca façamos algo assim!”. Na pista de dança, girava para lá e para cá em sua cadeira de rodas, trocando continuamente de parceira. A banda avançou a noite tocando para ele, por muito tempo depois que a festa já tinha acabado.

Hawking escreveria uma sequência para seu livro? Perguntado frequentemente, ele

respondia que achava que não. “Como eu a chamaria? *Uma história mais comprida do tempo? Além do fim do tempo? Filho do tempo?*”²⁰ Talvez *Uma breve história do tempo II* – “bem agora que você achava que era seguro voltar à livraria do aeroporto!”. Escreveria sua autobiografia? Não até ficar sem dinheiro para pagar os enfermeiros, foi o que me disse. E isso era algo improvável de acontecer em curto tempo. A revista *Time* anunciou, em agosto de 1990, que *Uma breve história do tempo* tinha vendido, até então, 8 milhões de exemplares, e não parava de vender. Imagine se tivesse excluído aquela única equação!

Algumas pessoas acusam a Bantam e Hawking de explorarem a condição física de Stephen para divulgar o livro. Suspeitavam que sua fama e popularidade fossem como uma apresentação de Carnaval e culpavam Hawking por permitir na capa do livro uma foto excessivamente dramática, grotesca. Stephen respondia que seu contrato não lhe dava qualquer controle sobre a capa. Ele persuadiu o editor a usar uma fotografia melhor na edição britânica.

Pelo lado positivo, a exposição na mídia permitiu que Hawking oferecesse ao mundo algo que, pelo menos, fosse valioso, como suas teorias científicas e a informação de que o universo provavelmente não seja “tartarugas até lá embaixo”.^{*} Levou a milhões de pessoas não apenas sua empolgação ardente pelo trabalho, mas também o importante lembrete de que existe um tipo profundo de saúde que transcende os limites de qualquer doença.

Para os Hawking, o sucesso do livro trouxe mais do que uma mudança no aspecto financeiro, transformando Stephen no que a revista *CAM* chamou de “raríssimo fenômeno, um socialista multimilionário”.²¹ Por anos, ele, Jane e os filhos conviveram com a deficiência e a ameaça de morte. Como Jane Hawking descreveu: “De certa forma, sempre vivemos à beira do precipício, e de vez em quando alguém firma raízes na beira do precipício. Acho que foi isso que fizemos”.²² Agora se viam ameaçados de um modo diferente, pela sedução e pelas exigências de ser uma celebridade e pela assustadora perspectiva de suprir as expectativas de uma imagem mundial de conto de fadas.

Da metade para o fim da década de 1980, frequentemente era Elaine Mason que acompanhava Hawking em suas viagens, e a afeição de um pelo outro ficava evidente numa série de fotografias tiradas por Miriam Berkeley, uma amiga de Elaine que trabalhava como fotógrafa em Nova York. Infelizmente, a lealdade feroz de Elaine a Hawking, seu instinto de proteção, seu invejado relacionamento próximo a ele e sua personalidade forte começavam a não ser bem-aceitos pela família, além dos enfermeiros e cuidadores, e também pelos colegas e funcionários do DAMTP. Mas seu relacionamento com Stephen era especial e levaria muito tempo para ser desfeito. Os outros eram competentes e simpáticos, mas era Elaine que preferia ficar com ele o máximo de tempo possível.

“O estudo dos universos bebês está em sua infância”

Desde os anos 1970, artigos de revista e especiais de televisão contaram a história de Stephen Hawking. No fim da década de 1980, depois da publicação de *Uma breve história do tempo*, quase todo periódico do mundo fez um perfil dele. Repórteres e fotógrafos o cumprimentavam por toda parte. “FÍSICO CORAJOSO CONHECE A MENTE DE DEUS”, anunciavam as manchetes. Sua foto estava na capa da *Newsweek* com os dizeres “MESTRE DO UNIVERSO” estampados sobre um fundo comovente de estrelas e nebulosas. Em 1989, ele e sua família foram entrevistados para o programa *20/20* da ABC, e na Inglaterra apareceu um novo especial na televisão: *Master of the universe: Stephen Hawking*. Ele já não era apenas conhecido e bem-sucedido. Tornara-se um ídolo, uma superestrela, do mesmo nível de heróis esportivos e músicos de rock.

Jane Hawking falou de sua “satisfação por termos sido capazes de manter uma família unida, pelo fato de as crianças serem incríveis e por Stephen ainda conseguir viver em casa e realizar seu trabalho”.¹ O mundo nada sabia a respeito de Jonathan Hellyer Jones ou Elaine Mason, e parecia aconselhável manter assim.

As premiações acadêmicas não paravam de aparecer: mais cinco títulos honorários e sete prêmios internacionais. Um deles foi o Prêmio Wolf, de 1988, oferecido pela Fundação Wolf de Israel e reconhecido como o segundo mais prestigiado, atrás apenas do Nobel de Física. Christopher Polge, outro notável de Cambridge, recebeu o Prêmio Wolf de Agricultura no mesmo ano, e ele, sua esposa Olive e os Hawking muitas vezes festejaram juntos. Stephen respondeu a um entrevistador que não “acreditava em Deus; não há espaço para Deus em meu universo”, uma declaração que Jane considerou particularmente dolorosa por estarem em Jerusalém, uma cidade com um profundo significado espiritual para ela.

Nessa época, Robert Hawking já estava na universidade, estudando física e remando para sua faculdade de Cambridge, Corpus Christi. Um especial televisivo mostrou-o disputando uma corrida no rio enquanto o restante da família, incluindo Hawking com sua voz sintética, dava-lhe força das arquibancadas. Lucy pensava em seguir carreira no teatro. Apareceu na premiada produção do Teatro Juvenil de Cambridge *Um coração de cachorro*, sátira política soviética da década de 1920. A produção viajou e foi apresentada também em Edimburgo e Londres. Quando os espetáculos em Londres entraram em conflito com as provas vestibulares para Oxford, Lucy tomou a ousada decisão de desistir das provas e permitir que sua inscrição fosse julgada apenas pela entrevista e pelos resultados dos exames de nível A. Ela foi aceita em Oxford. Quanto a Tim, então com dez anos, Hawking disse: “De todos os meus filhos, ele é provavelmente o mais

parecido comigo”.² Ele e Tim gostavam de jogar. Hawking costumava ganhar no xadrez, e Tim, no Banco Imobiliário. “Ambos somos bons em alguma coisa”, afirmava Tim.³ Em 1988, o fotógrafo norte-americano Stephen Shames tirou fotos dos dois engajados em um jogo improvisado de esconde-esconde. Tim era excelente nisso. Podia dizer quando seu pai estava se aproximando pelo zumbido do motor da cadeira de rodas.

Lucy disse ao programa *20/20* que ela e seu pai “se davam muito bem”, embora os dois fossem teimosos. “Na verdade, tive muitas discussões com ele, devo admitir, e nenhum de nós se dispunha a ceder. Acho que muitas pessoas não percebem como ele é teimoso. Assim que enfia uma ideia na cabeça, ele não desiste, não importando as consequências. Não dá um passo atrás... Faz o que bem entende, a qualquer custo, sem pensar nos outros.”⁴ Isso soa duro, mas, quando conversei com Lucy, ficou bem claro que ela gostava demais do pai e respeitava suas opiniões. Na entrevista para a ABC, ela disse que acha que Stephen *precisa* ser teimoso em sua situação. É uma necessidade para sua sobrevivência. Sua força de vontade o mantém trabalhando dia após dia, rindo, fazendo anedotas divertidas e ignorando uma situação física amarga. Se isso, de vez em quando, faz com que pareça mimado e egocêntrico, parece ser totalmente razoável perdoá-lo. A respeito da saúde do pai e do medo de que morra, Lucy falou: “Sempre acho ‘Ah, ele vai ficar bem’, porque sempre sobreviveu a tudo que lhe aconteceu. É impossível não se preocupar com alguém tão frágil. Fico muito preocupada quando ele viaja”.⁵ Lucy aprendera a lidar, desde cedo, com esses medos. Sua mãe tentara explicar-lhe o significado de síndrome lateral amiotrófica quando ela ainda era criança. Na época, a menina chorou, pela certeza “de que ele morreria no dia seguinte”.⁶

No mundo acadêmico, físicos continuam a expressar tremendo respeito por Hawking, mas ficaram um pouco incomodados com todo o exagero da mídia. Não era preciso ser mestre em matemática para multiplicar o preço de capa pelos milhões de exemplares do livro vendidos e descobrir que totalizava mais do que as taxas escolares de Lucy. De vez em quando, surgiam sinais de azedume, um cochicho meio escondido de “O trabalho dele não é diferente do de muitos outros físicos; é apenas sua condição física que o torna interessante”. Um colega comentou que, “em uma lista dos doze melhores físicos teóricos deste século [XX], Steve nem passaria perto”.⁷ Isso até podia ser verdade, considerando-se o impressionante grupo de físicos que viveram no século XX, e mesmo Hawking teria concordado, embora “nem passar perto” fosse talvez um tanto rude demais. Mas, surpreendentemente, havia poucos que o desprezavam. Ele podia se sair bem ao lado de qualquer companheiro contemporâneo, e todos sabiam disso. Ademais, seus colegas gostavam dele. Sidney Coleman, de Harvard, que rivalizava com Hawking não apenas como físico, mas também como comediante em sala de aula, ficou feliz pelo status de celebridade de Stephen o ter levado com cada vez mais frequência para os Estados Unidos e muitas vezes para a Nova Inglaterra. Outros físicos que, às vezes, eram eclipsados injustamente por Hawking, não o culpavam por isso.

Entretanto, faz algum sentido sugerir que apenas conquistas científicas de Hawking nunca o teriam transformado nessa celebridade ou mesmo permitido que vendesse milhões de livros. Estariam certos aqueles que disseram que ele explorara sua lastimosa condição e caminhara em sua cadeira de rodas em direção à fama e à fortuna? A verdade é que, embora Hawking quase

certamente preferisse que fosse de outra maneira, é bem provável que a maior parte do mundo fora da física o aprecia mais por sua energia do que por suas conquistas científicas. Ele não é a única pessoa que superou dificuldades descomuns e manteve uma atitude positiva em circunstâncias adversas, mas quem mais o fez com tanto brilhantismo e com um estilo tão sedutor?

Por mais de 25 anos, Stephen Hawking, talvez com lapsos dos quais nunca saberemos, manteve seu espírito otimista e sua determinação em superar-se. Sua sobrevivência e sucesso dependiam disso. Contudo, era uma responsabilidade unicamente em relação a si e a sua família. No fim dos anos 1980, tornou-se uma responsabilidade em relação a milhões de pessoas em todo o mundo, para quem Stephen servia de inspiração. Muitos, não apenas os deficientes, esperavam que ele e sua esposa continuassem provando que, apesar da tragédia, a vida e as pessoas ainda podiam ser totalmente esplêndidas. Não deveríamos ficar surpresos se Hawking tivesse receio de assumir sozinho essa nova grande responsabilidade. Ele era, pelo que dizia, simplesmente humano. Hawking, um dia, comentaria que não se via como alguém trágico e romântico, algo como “uma alma perfeita habitando um corpo defeituoso. Tenho orgulho de minha inteligência, mas preciso aceitar que a deficiência também faz parte de mim”. E, para os deficientes, Hawking havia se tornado um modelo incrível a ser seguido. Todavia, às vezes era um pouco desencorajadora a disparidade entre o que ele conquistara e o que a maioria poderia esperar obter. Na maior parte das coisas, com exceção de sua doença, Hawking tivera uma sorte extraordinária.

Jane Hawking observou que, se seu marido fosse um professor desconhecido de física, ela não teria conseguido convencer uma fundação a doar mais de cinquenta mil libras por ano para pagar por enfermeiras. Não haveria programa de computador. Ele estaria sentado, dia inútil após dia inútil, em uma enfermaria, longe de casa e de sua família, mudo, isolado e destruído. A amargura dela a respeito da maneira como o Serviço Nacional de Saúde não os atendera a levou a fazer campanha por aqueles com problemas semelhantes, tentando obrigar o SNS a lhes dar dinheiro para tratamento em casa, em vez de destroçar famílias. A imagem de Hawking encorajou universidades a equipar dormitórios para alunos que precisavam de enfermeiras 24 horas por dia, a fim de que conseguissem assistir às aulas. Uma miniescultura abstrata de vidro está sobre um arquivo na sala de Hawking, um presente da “Casa Hawking”, um dormitório na Universidade de Bristol. Cambridge construiu um edifício semelhante.

Deixando de lado a controvérsia causada no resto do mundo, em 1989, Stephen Hawking tinha “chegado lá”, superando adversidades enormes. A rainha o nomeara Companheiro de Honra, tornando-o membro de uma ordem que consiste da própria rainha e de não mais de 65 outros membros. É uma das maiores honrarias que ela pode conceder. A Universidade de Cambridge fez algo raro, oferecendo um doutorado honorário a um professor da própria instituição. Hawking recebeu o diploma do príncipe Philip, chanceler da universidade, e participou do pomposo evento, indo para o Senado assistir aos coros da King’s College e da St. John’s College e à Orquestra de Metais da Universidade de Cambridge. “Este ano foi o coroamento de todas as conquistas de Stephen”, contou Jane Hawking. “Acho que está muito feliz com isso.”⁸ Ele adorava seu trabalho. “Tenho uma família linda, sou bem-sucedido no

trabalho e escrevi um *best-seller*. Não posso pedir mais nada”, falou.⁹ Alcançara a fama e a estava curtindo. Ainda mais para alguém que achava que, aos 22 anos, não tinha mais motivos para viver. Era inebriante, uma brincadeira deliciosa com o destino.

Mas o destino também sabia brincar. Havia obviamente uma desvantagem no sucesso estrondoso de seu livro. Menos tempo para seu trabalho científico. “Atividades extracurriculares” em excesso, e seus alunos lamentavam. Visitantes em demasia, mas ele raramente não os recebia. Convites demais, mas ele parecia incapaz de não os atender. Viagens aos montes, mas ele não parava de programar mais e mais. Muita correspondência. Ele respondera pessoalmente as primeiras cartas a respeito de *Uma breve história do tempo*, mas isso se tornara, quase na mesma hora, impossível. O aluno assistente e a secretária assumiram a maior responsabilidade pelas respostas às cartas.

Notoriedade não era apenas diversão. “Obviamente, me ajuda a conseguir as coisas e me permite ajudar outros deficientes”, contou Hawking a um jornalista. “Também significa que não consigo passar incógnito em lugar nenhum do mundo. Aonde quer que eu vá, as pessoas me reconhecem e vêm me dizer que gostaram do livro e pedem para tirar uma foto a meu lado. É gratificante vê-las tão empolgadas, mas há vezes em que eu gostaria de ter mais privacidade.”¹⁰ Ele criou uma solução, programando seu sintetizador de voz para dizer: “As pessoas sempre me confundem com aquele homem”. Ou “Sempre sou confundido com Stephen Hawking”. Mas ninguém caía nessa.

Enquanto Hawking fazia malabarismos com sua programação cada vez mais complicada, os colegas começaram a se preocupar com a possibilidade de ele negligenciar sua ciência. Porém, o trabalho científico de Hawking continuou. E ele conseguiu amarrar uma ponta solta quando visitou, mais uma vez, a Caltech, em junho de 1990. Nos dezesseis anos que se passaram desde a aposta que ele e Thorne fizeram sobre Cygnus X-1, surgira uma evidência com 95 por cento de certeza de que Cygnus X-1 é um buraco negro. Era hora, de acordo com Hawking, de se acertar com Thorne. Quando o amigo estava em Moscou, Hawking, com o auxílio de “cúmplices”, invadiu o escritório onde a aposta emoldurada estava pendurada e escreveu um bilhete sobre ela, reconhecendo que perdera. Stephen assinou o bilhete com a digital do polegar.

Enquanto Hawking viajava o mundo como uma celebridade, no final dos anos 1980, em sua cabeça ele viajava distâncias que faziam esses passeios parecer irrisórios. John Wheeler introduzira, havia algum tempo (1956), a ideia de “buracos de minhoca quânticos”. Hawking agora se aventurava através desses buracos de minhoca em climas ainda mais exóticos, em “universos bebês”. Fiquemos com ele fora do espaço e tempo, para ter uma visão melhor.

Um novo olhar sobre o balão cósmico

Hawking nos pede para imaginar um enorme balão inflando rapidamente. O balão é nosso universo. Pontos na superfície são estrelas e galáxias. Os pontos produzem covas e rugas na superfície. Como Einstein previra, a presença de matéria e/ou energia causa uma distorção de espaço-tempo.

Quando olhamos para o balão cósmico através de um microscópio não muito poderoso, a superfície, apesar das rugas, parece relativamente lisa. Olhando através de um microscópio muito mais poderoso, veremos que não é tão lisa assim. A superfície parece estar vibrando furiosamente, criando uma mancha, uma nebulosidade (ver figura 10.9).

Já vimos essa nebulosidade antes. O princípio da incerteza faz o universo ser uma coisa nebulosa no nível quântico. Nunca é possível saber, com precisão e ao mesmo tempo, a posição e o momento de uma partícula. Um modo de visualizar essa incerteza quântica é imaginar que cada partícula fica agitada em uma espécie de vibração microscópica aleatória. Na melhor das hipóteses, examinando o nível quântico com o maior cuidado possível, podemos dizer apenas que uma partícula tem essa probabilidade de estar *aqui* – ou *aquela* probabilidade de se mover *daquela maneira*. Do mesmo modo, a superfície do balão cósmico é imprevisível. Com uma aproximação grande o suficiente, a flutuação quântica torna-se tão incrivelmente caótica que podemos dizer que há uma probabilidade de ela estar fazendo... *qualquer coisa*.

O que Stephen Hawking acha que pode ser esse “qualquer coisa”? No final dos anos 1980, ele estava avaliando a probabilidade de o balão cósmico desenvolver uma pequena saliência. Balões mais conhecidos, aqueles de festas, fazem isso se um ponto da superfície estiver frágil. Em geral, balões de festa estouram imediatamente quando isso acontece, mas, em raras ocasiões, surge um balão em miniatura na superfície. Se fosse possível ver isso acontecendo a nosso balão cósmico, estaríamos testemunhando o nascimento de um “universo bebê”.

Parece espetacular: o nascimento de um universo. Será que vamos vivenciar um evento assim? Não. Primeiro porque isso acontece em tempo imaginário, sobre o qual falamos no capítulo 10, não em tempo “real”. Outro motivo para não o vermos, afirma Hawking, é que, se existe algo que se pode dizer com certeza que começou pequeno, é um universo. O tamanho mais provável para a conexão entre nosso universo e o novo bebê – o cordão umbilical, se preferir – é de apenas aproximadamente 10^{-33} centímetros. Para escrever essa fração, usa-se 1 como numerador e 1 seguido por 33 zeros como denominador. Isso, sim, é pequeno! A abertura – o buraco de minhoca, como é chamado – é como um buraco negro minúsculo, tremulando para existir e, então, desaparecendo depois de um intervalo curto demais para ser imaginado. Falamos de outra coisa que tem uma expectativa de vida extremamente curta: no capítulo 6, quando discutimos radiação Hawking, vimos que é possível pensar nas flutuações de um campo de energia como pares de partículas de vida muito curta. Os buracos de minhoca, semelhantemente, são uma forma de pensar em flutuações no tecido do espaço-tempo: a superfície do balão cósmico.

A sugestão de Hawking era que o universo bebê ligado a esse cordão umbilical pode *não* ter vida curta e que inícios pequenos nem sempre continuam pequenos. Ele pensava que, eventualmente, o novo universo pudesse se expandir para se tornar algo parecido com nosso universo atual, estendendo-se bilhões de anos-luz. Parecido com nosso universo, mas vazio? De jeito nenhum. “Matéria”, afirma Hawking, “pode ser transformada em um universo de qualquer tamanho, a partir de energia gravitacional.”[11](#) O resultado, depois, podem ser galáxias, estrelas, planetas e, talvez, vida.

Existem muitos universos bebês e crescidos? Eles se ramificam para todos os lados? Bem

dentro da pia da cozinha? Dentro de seu corpo? Hawking disse que sim, é possível que constantemente estejam sendo gerados novos universos a nosso redor, mesmo de pontos dentro de nós, totalmente indetectáveis por nossos sentidos.

Talvez o leitor esteja se perguntando se nosso universo começou como uma protuberância na lateral de um outro. É possível, declarou Hawking. Nosso universo pode ser parte de um labirinto infinito de universos, ramificando-se e juntando-se a outros, como uma colmeia infinita, envolvendo não apenas um monte de universos bebês, mas universos adultos também. Dois universos podem desenvolver ligações de buraco de minhoca em mais de um ponto. Buracos de minhoca podem unir parte de nosso próprio universo com outras partes dele, ou com outros tempos (figura 12.1).

Um túnel espaço-temporal
que conduz do nosso universo a outro.

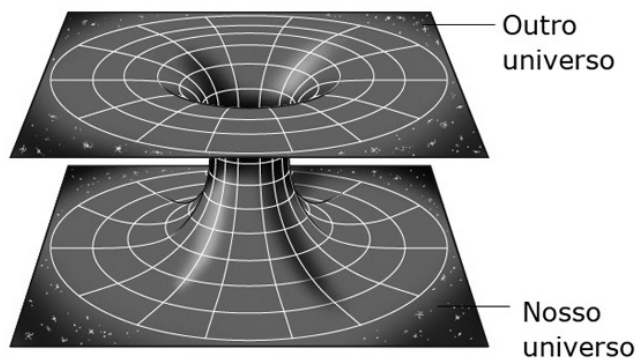


Fig. 12.1 Um túnel espaço-temporal que conecta uma parte do nosso universo a uma outra parte sua.

Região próxima à Terra

A vida na peneira quântica

Nosso universo

Vamos alongar nossa imaginação e olhar tudo isso do ponto de vista de um elétron. Se existem quatrilhões de buracos de minhoca tremeluzindo e deixando de existir em todo ponto do universo, um elétron está diante de algo que lembra um enorme pote de mingau grosso fervendo furiosamente. Atravessá-lo é tão difícil quanto passar por uma peneira gigantesca, em contínuo movimento. É quase certo que um elétron tentando se mover em linha reta nesse ambiente encontre um buraco de minhoca, caia e saia em disparada para dentro de outro universo. Isso parece suspeito, como se matéria fosse desaparecer de nosso universo, o que, o leitor deve se lembrar, não é permitido. Entretanto, de acordo com essa teoria, não há risco de ocorrer essa perda. Um elétron idêntico volta pelo outro lado e surge em nosso universo.

Será que não notaríamos essa substituição de elétrons? Não a veríamos, todavia. Para nós, esse evento pareceria um elétron movendo-se em linha reta. Hawking pensava que a presença de buracos de minhoca, contudo, faria com que todos os elétrons se movessem como se tivessem mais massa do que teriam se não houvesse buracos de minhoca. Portanto, se tivermos de prever massas de partículas a partir de qualquer teoria, é importante saber se existem ou não buracos de minhoca.

A teoria diz que, se um elétron cai dentro de um buraco de minhoca acompanhado por um fóton, não parecerá ter ocorrido nada fora do comum. Vamos observar apenas a troca normal de uma partícula mensageira em uma interação eletromagnética, em que um elétron emite um fóton, e outro o absorve. Hawking sugeria que, talvez, todas as massas de partículas e todas as interações de partículas – a atividade ininterrupta das quatro forças, em todo o universo – pudessem ser explicadas como entrada e saída dos buracos de minhoca.

O leitor pode estar certo em se perguntar, neste ponto, como podem as partículas atravessar

os buracos de minhoca, já que estes são muito menores do que até mesmo as menores partículas que conhecemos. Tal como acontece com a radiação Hawking, o que é impossível de qualquer maneira que tentemos imaginar é possível na mecânica quântica.

Quando Hawking calculou os efeitos de buracos de minhoca sobre as massas de partículas, como os elétrons, os resultados inicialmente sugeriam que as massas seriam muito maiores do que observamos, de fato, para essas partículas. Ele e outros cientistas, mais tarde, conseguiram propor números mais razoáveis. Porém, no fim da década, Hawking expressava dúvidas a respeito da possibilidade de a teoria do buraco de minhoca prever as partículas para nosso universo ou qualquer outro. Como foi visto no capítulo 2, quando algo deve ser medido diretamente e não pode ser previsto pela teoria, isso é chamado de elemento arbitrário. As massas de partículas e os valores das forças são, em todas as teorias produzidas até então, elementos arbitrários nesse sentido. A teoria do buraco de minhoca pode não os tornar menos arbitrários, mas consegue explicar como acabam sendo arbitrários. Hawking achava que as massas de partículas e outros números fundamentais da natureza podem se transformar em “variáveis quânticas”, ou seja, eles podem ser incertos, como os caminhos de partículas ou o que ocorre sobre a superfície de balões cósmicos. Esses números seriam fixados aleatoriamente no momento da criação de cada universo. Como um giro de dados, por assim dizer, e tudo estaria definido para aquele universo em específico – mas não há como saber, a partir da teoria, qual número sairá no dado, talvez nem dizer que um resultado é mais provável que outro. Hawking não tinha certeza de que isso valia para a teoria do buraco de minhoca. Porém, a ideia de que números fundamentais da natureza – talvez até as “leis da natureza” – pudessem não *ser* fundamentais para a totalidade dos universos, mas diferentes para cada universo, era algo que voltaria a comentar em outro contexto mais tarde.

Um universo severamente encurvado

“É um grande mistério o motivo pelo qual flutuações quânticas não encurvam o espaço-tempo em uma bola minúscula”, diz Hawking.¹² O leitor deve se lembrar que esse é um dos enigmas que os teóricos devem resolver na busca pela Teoria de Tudo.

Os físicos referem-se a esse problema da energia no (chamado) vácuo como o problema da constante cosmológica. O leitor se lembrará que Einstein teorizou algo a respeito da chamada constante cosmológica, que equilibraria a gravidade e evitaria que o universo mudasse de tamanho. Mais tarde, ele chamou isso de “o erro mais crasso de minha vida”. O termo acabou assumindo um significado próximo, mas levemente diferente. A *constante cosmológica*, na forma como os cientistas usam hoje o termo, é um número que nos diz quão densamente essa energia está comprimida no vácuo: a densidade de energia do vácuo. O senso comum diz que não deveria haver energia lá, mas, como já vimos, o princípio da incerteza mostra que espaço “vazio” não é vazio. Ele fervilha de energia. A constante cosmológica (a densidade de energia do vácuo) deve ser enorme, e a teoria da relatividade geral nos diz que essa massa/energia deve ser a responsável pela contorção do universo.

Entretanto, não importando o que indicam o princípio da incerteza e a teoria da relatividade geral, não temos um universo retorcido. Muito pelo contrário, quando Hawking estava desenvolvendo a teoria do buraco de minhoca, havia muito se pensava o valor (o número) da constante cosmológica, a partir de observações, como tendendo a zero. Descobrimos isso analisando a velocidade com que galáxias estão se afastando uma da outra e verificando o fato de nossa própria existência. “Uma constante cosmológica grande, seja positiva ou negativa, deixaria o universo inadequado para o desenvolvimento de vida”, afirma Hawking.¹³ O valor da constante cosmológica é um dos exemplos do “ajuste fino” que vimos no capítulo 9. Como veremos adiante, Einstein apressou-se demais em considerá-la um “erro crasso”. Mas ninguém sabia disso no início da década de 1990.

Como podemos observar a constante cosmológica como algo tão pequeno quando a teoria nos diz que ela deveria ser enorme? Lembremos mais uma vez os pares de partículas sobre os quais conversamos quando discutimos a radiação Hawking. Na supergravidade, a teoria sobre a qual Hawking falou em sua palestra lucasiana, pares de férmions (partículas de matéria) no vácuo geram energia negativa e equilibram a energia positiva de pares de bósons (mensageiros). Isso pode, de fato, ser a explicação, ou pelo menos parte dela, mas é uma questão complicada. Em primeiro lugar, essas partículas não interagem apenas com a gravidade. Porém, mesmo que tenhamos um monte de positivos e negativos se cancelando, é muito difícil acreditar que todos esses se cancelem até o zero. Sidney Coleman, que compartilhava do entusiasmo de Hawking para com os buracos de minhoca, afirma: “Zero é um número suspeito. Imagine que, ao longo de um período de dez anos, você gaste milhões de dólares sem olhar para seu salário, e, quando finalmente for comparar o que gastou com o que recebeu, o balanço seja na casa dos centavos”.¹⁴ Para a constante cosmológica, o balanço tendendo a zero é ainda menos provável.

Poderiam os buracos de minhoca solucionar o mistério? Hawking achava que os buracos de minhoca, ao se ramificarem em todos os pontos, formavam a constante cosmológica, a densidade de energia do vácuo, uma “variável quântica” como as massas de partículas. Ela pode ter *qualquer* valor. Qual é a probabilidade de ser próxima de zero? Imagine o nascimento de um universo como um “bebê” se ramificando a partir de um universo existente. A teoria do buraco de minhoca diz que há muitos universos – alguns maiores do que o nosso é hoje, outros inimaginavelmente menores do que um átomo, e entre esses alguns de todos os tamanhos. O universo jovem deve copiar seu valor de constante cosmológica de um desses outros universos por meio de um buraco de minhoca – “herdá-lo”, pode-se dizer. Para um bebê humano, não é importante que ele tenha herdado talento para a música; mas se torna importante quando a criança começa a crescer. Não é importante para um universo bebê se ele “herda” um valor de constante cosmológica próximo de zero. Só será possível medir seu valor de constante cosmológica depois que estiver um pouquinho mais crescido. Contudo, com toda essa variedade de tamanhos de universo, é muito mais provável que um bebê herde seu valor de constante cosmológica, por meio de ligações do buraco de minhoca com universos grandes, mais frios, do tipo que é possível apenas quando todos esses positivos e negativos no vácuo se cancelam até zero. Coleman estudou a probabilidade de um universo (na teoria do buraco de minhoca) ser um universo em que a constante cosmológica esteja próxima de zero: nosso tipo de universo.

Descobriu que seria algo altamente improvável em todos os *outros* tipos de universo.

Buracos de minhoca e a Teoria de Tudo

Buracos de minhoca e universos bebês atijaram a imaginação de muitos físicos. Eles começaram a reagir, debater sobre isso e aquilo e oferecer versões alternativas. Isso é sempre um bom sinal. “O campo de estudo de universos bebês está em sua infância”, brincou Hawking, “mas cresce rapidamente.”¹⁵ Poderiam os buracos de minhoca e os universos bebês contribuir para a busca por uma teoria completa do universo?

Em primeiro lugar, vimos que a teoria parecia oferecer uma nova maneira de olhar para o problema da constante cosmológica, a complicada questão da densidade de energia do vácuo, que deveria estar fazendo o universo encolher, mas não está. Hawking achava que os buracos de minhoca são a teoria que resolveria essa inconsistência entre relatividade geral e mecânica quântica? “Eu não iria tão longe”, falou Stephen. “Não há inconsistência fundamental, mas existem problemas técnicos que os buracos de minhoca não resolvem.”¹⁶

Segundo, a teoria do buraco de minhoca não perdia sua validade caso fosse seguida até o “início”. Com as teorias de Einstein, quando se acompanhavam as coisas até o Big Bang, encontrava-se uma singularidade onde as leis da física, como as conhecemos, perdiam sua validade. A proposta de não limite de Hawking mostrava que, no tempo imaginário, não haveria qualquer singularidade. A teoria do buraco de minhoca sugeria que, no tempo imaginário, nosso universo pode ter se iniciado como um universo bebê ramificando-se a partir de outro universo.

Terceiro, a teoria do buraco de minhoca unia a teoria quântica e a teoria da relatividade de maneira satisfatória, geométrica, permitindo-nos pensar nas flutuações quânticas, buracos de minhoca quânticos e universos bebês como fenômenos não muito diferentes da deformação do espaço-tempo e buracos negros em nível astronômico. Os números fundamentais em nosso universo, como as massas e cargas de partículas e a constante cosmológica, podem ser consequência da forma, da geometria de um labirinto de universos interconectados.

Outras teorias não conseguem prever as massas e cargas de partículas, que são elementos arbitrários. Um alienígena que nunca tenha visto nosso universo não poderia pegar essas teorias e usá-las para calcular tais quantidades fundamentais sem dar uma espiada no universo “real”. Vimos que ainda há muita discussão sobre a possibilidade de buracos de minhoca nos propiciarem um modo de compreender e calcular esses números fundamentais ou se os buracos de minhoca tornam sua previsão menos provável, qualquer que seja a teoria que se adote.

Teóricos que trabalham no campo da teoria de supercordas – que dizem que, no fim das contas, os objetos fundamentais do universo não são partículas puntiformes, mas minúsculas cordas vibrantes – esperavam que sua teoria pudesse, finalmente, ser capaz de prever massas e cargas de partículas. Hawking era pessimista. “Se essa imagem dos universos bebês estiver correta, nossa capacidade de prever essas quantidades será reduzida.”¹⁷ Se soubéssemos a quantidade de universos existentes e quais são seus tamanhos, seria diferente, mas não sabemos isso. Não podemos nem ver como se ligam com nosso próprio universo ou se ramificam a partir

dele. Não conseguimos ter uma imagem precisa de sua forma completa. Apenas sabemos que, se os universos se unem ou se ramificam mesmo, isso altera os valores aparentes de quantidades como cargas e massas de partículas. Acabamos com uma quantidade pequena, mas definida, de incerteza nos valores previstos.

Nessa época, Hawking não estava muito preocupado com a possibilidade de um trabalho assim o levar para a Teoria de Tudo. Sua estratégia é se concentrar em áreas que entende, lançando-se ao problema do que acontece e como as coisas funcionam quando se levam em consideração, ao mesmo tempo, a relatividade e a mecânica quântica. Acredita que o que for descoberto a respeito do universo dessa forma deve ser consistente, não importando o que se revelará ser a Teoria de Tudo, tampouco quem a descobrirá. Sua imagem deveria se encaixar numa imagem maior, ou mais básica.

Salvando a história

Fãs de ficção científica ficarão desapontados se não discutirmos a possibilidade de algo maior do que uma partícula atravessar um buraco de minhoca para chegar a outro universo ou outra parte de nosso universo. Muitas obras de ficção científica utilizaram essa ideia. A princípio, essa forma de viagem poderia ser viável.

Ficção científica e especulação científica se juntaram quando Kip Thorne e seus alunos de graduação, a pedido de Carl Sagan, estudaram a possibilidade em 1985. Sagan precisa de uma maneira de levar a heroína de seu romance *Contato* para uma localização muito distante no espaço, de uma hora para outra. O problema é que um buraco de minhoca grande o suficiente para o leitor, para mim ou para a heroína de Sagan conseguir atravessá-lo seria perigosamente instável. Mesmo uma leve perturbação como nossa presença destruiria o buraco de minhoca, e iríamos juntos com ele. Thorne, por fim, achou que havia encontrado a resposta, uma forma de manter aberta a entrada de um buraco de minhoca usando material exótico com uma densidade de energia negativa – possível talvez para uma civilização muito mais avançada do que a nossa. A reação de Hawking à sugestão de Thorne foi caracteristicamente sucinta: “Você está errado”. “Em nossa comunidade, não há muita educação quando alguém acredita que algum de nós está errado”, comentou Thorne.¹⁸

Hawking resolveu embasar sua opinião, e o resultado foi algo que chamou de “conjetura de proteção cronológica”. Sua objeção era especificamente a um buraco de minhoca que fosse uma máquina do tempo. A “conjetura” era que a natureza evitava uma trajetória no espaço-tempo que permitisse que se viajasse no tempo (uma “curva fechada do tipo tempo”). O buraco de minhoca que servisse como máquina do tempo sempre explodiria quando se tentasse ativá-lo, e essa explosão, declarou Hawking, “manteria o universo seguro para historiadores”. Ninguém conseguiria voltar no tempo e alterar a história. Thorne, em artigo escrito para o 60º aniversário de Hawking, em 2002, lembrou seus leitores e ouvintes que a conjetura de proteção cronológica era apenas isso, uma “conjetura”, “porque tanto ele como eu estávamos trabalhando com as leis da física em um domínio onde não sabemos se elas são válidas”.¹⁹ Hawking também

argumentava que “a melhor evidência que temos de que não é possível viajar no tempo, e nunca será, é que não fomos invadidos por hordas de turistas vindos do futuro”,[20](#) mas ele também, com ironia, especulou que nossa época na história tornara-se um destino turístico tão notoriamente desagradável que visitantes do futuro sempre a evitariam.

Kip Thorne chamou o artigo de Hawking a respeito da “conjetura de proteção cronológica” de “grande proeza”, o que necessariamente não significava, é lógico, que ele concordava. Para o 60º aniversário de Thorne, Hawking lhe dera um cálculo da probabilidade de sucesso, na mecânica quântica, de um buraco de minhoca que servisse como máquina do tempo. Hawking não ficara nem um pouco mais entusiasmado. Ele sugeriu 1 parte em 10^{60} .[21](#)

E quanto a um buraco negro menor? Quando buracos negros primordiais evaporam, o que acontece com as coisas que caíram lá dentro antes? A teoria do buraco de minhoca sugeria que elas não retornam necessariamente para nosso universo como partículas. As partículas, em vez disso, se transformam em um universo bebê. O paradoxo da informação mostra sua horrenda cara! Logicamente, esse universo bebê poderia, mais uma vez, unir-se à nossa região do espaço-tempo. E, então, assumiria a aparência de outro buraco negro, que se formou e evaporou. As coisas caindo dentro de um buraco negro emergiriam como partículas do outro buraco negro, e vice-versa. Isso é uma espécie de viagem no espaço – caso se fosse uma partícula –, e não se perderia nenhuma informação.

Poderiam os buracos de minhoca e os universos bebês oferecer uma solução para o “paradoxo da informação”? Se alguém tivesse alguma esperança, imaginando que talvez o universo também tivesse um modo de se manter seguro contra perda de informações, essas esperanças não seriam encorajadas por Hawking em algum tempo próximo.

PARTE III

1990-2000

“Está próximo o fim da física teórica?”

O prédio que abrigava o Departamento de Matemática e Física Teórica da Universidade de Cambridge, a partir da metade do século XX até 2000, é um gigante sujo, sem nenhuma característica arquitetônica. Acabava-se concluindo que aqueles que trabalhavam lá com alegria precisavam dar pouca atenção aos arredores ou simplesmente amar o velho espaço e não se importar com aspectos estéticos.

A entrada era pela Silver Street, através de um beco estreito, um estacionamento de asfalto e uma porta minhocalha. O interior do prédio era bem institucional; a planta baixa, traçada de maneira ilógica. Um corredor atrás de uma pequena área de recepção fazia um giro abrupto para a direita depois que se passava por um antiquado elevador de ferro preto, seguia reto por um tanto, então havia mais uma curva e se alargava ao passar por caixas de correio e quadros de aviso lotados com informes de palestras e seminários e uns grafites malfeitos, voltava a estreitar-se e terminava à porta de uma grande sala social.

Por décadas, era nessa sala que o DAMTP se reunia para tomar chá todas as tardes às quatro. Durante a maior parte do dia, a sala ficava abandonada e mal iluminada. A combinação de cores demonstrava uma preferência por verde-limão – em poltronas de vinil reunidas ao redor de mesas baixas, em móveis e nas metades inferiores dos pilares que suportavam o teto alto. Havia uma mesa com pilhas de publicações científicas, uma galeria de má aparência de pequenas fotos de estudantes e professores atuais numa parede e retratos formais de antigos professores lucasianos em outra. Na ponta da sala, janelas enormes propiciavam a visão de um muro branco no outro lado do beco e deixavam entrar um pouco de luz.

O escritório de Hawking e muitos outros saíam dessa sala social. Em sua porta, havia uma plaquinha onde se lia: “SILÊNCIO, POR FAVOR. O CHEFE ESTÁ DORMINDO”. Provavelmente não era verdade. Hawking passava longas horas, durante anos, trabalhando naquele agradável escritório de teto alto, com seus computadores, fotos dos filhos, algumas plantas, uma foto em tamanho real de Marilyn Monroe na porta e, sempre, depois de 1985, uma de suas enfermeiras para cuidar dele. A janela gigantesca dava de frente para o estacionamento.

O dia de Hawking lá costumava começar às onze horas. Sua secretária revisava com ele a programação. No final da década de 1980, isso se tornou uma espécie de brincadeira. Era difícil seguirem o combinado, e qualquer pessoa que tivesse marcado um compromisso com Hawking tinha de permanecer flexível.

O dia continuava com o manejo delicado do botão de seu computador portátil. Apoiado na

cadeira, Hawking olhava, apaticamente, para a tela do computador e selecionava palavras para comunicar-se com visitantes e entrevistadores, consultar colegas, aconselhar alunos, conversar pelo telefone, escrever palestras e responder cartas. Às vezes, escutava-se o zumbido suave do motor de sua cadeira de rodas, enquanto ele a guiava por meio de um *joystick* através da sala social e dos corredores para outras salas no prédio, a fim de participar de reuniões e seminários. Um enfermeiro o acompanhava. De tempos em tempos, a voz modulada por computador solicitava que o enfermeiro ajustasse sua posição na cadeira ou que limpasse o fluido acumulado em sua passagem de ar.

A equipe de enfermagem de Hawking, no final dos anos 1980, era grande, competente e variada quanto a idade e sexo. Os enfermeiros mostravam um indulgente carinho por Hawking e se dedicavam à tarefa de fazer com que ele parecesse arrumado, mantendo seu cabelo penteado, os óculos limpos, o queixo livre da saliva que caía da boca e, como eles mesmas diziam, “colocá-lo em ordem” muitas vezes por dia. Hawking era obrigado a ser dependente de outros, mas nunca se via um ar de desamparo nele. Pelo contrário, era vigoroso e decisivo, inquestionavelmente com controle de sua vida. Os enfermeiros diziam que a força de sua personalidade transformava o trabalho para ele e com ele recompensador e, ao mesmo tempo, exigente. Eu não havia percebido a desagradável competição na equipe de enfermagem até que Jane Hawking escreveu sobre o assunto alguns anos mais tarde.

No final da década de 1980, a correspondência tornou-se um fardo impossível para o assistente de pesquisa de Hawking, para sua assistente pessoal Sue Masey e uma enfermeira, que agora os ajudava. Esforçavam-se com coragem para escrever respostas atenciosas a cartas, poemas e vídeos que vinham de todo o mundo, muitos dos quais narrando histórias comoventes e merecendo respostas pessoais. Era triste terem de recorrer cada vez mais a simpáticos cartões-postais pré-impressos, mas seriam necessárias todas as horas despertas de Hawking para lidar com apenas uma parte da correspondência.

À uma da tarde, chovesse ou fizesse sol, Hawking empurrava sua cadeira de rodas, com o computador portátil anexado, para as ruas estreitas de Cambridge, às vezes acompanhado apenas por uma enfermeira, às vezes por alunos, que corriam para acompanhá-lo. Era um passeio curto pelo coração de Cambridge, passando pelas lojas chiques de King’s Parade, a capela da King’s College e o Senado, por Gonville e Caius, para comer com outros professores de sua faculdade. A enfermeira colocava um babador ao redor de seus ombros e levava, com a colher, comida até sua boca. Comer não impedia que se conversasse com Hawking, cujo dedo movia-se ininterruptamente em seu aparelho portátil, escolhendo palavras para conversas com quem estivesse próximo.

Depois do almoço, havia o retorno para o DAMTP. Nessa época, Hawking era famoso em pelo menos dois continentes por sua arrepiante condução da cadeira de rodas. Os alunos se adiantavam no tráfico da King’s Parade e da Silver Street para parar os carros, caminhões e bicicletas enquanto ele, imprudentemente, seguia em alta velocidade, assumindo a preferência de passagem. Os conhecidos acreditavam que era mais provável que Stephen morresse numa batida com um caminhão do que de ELA.

Às quatro da tarde, Hawking apareceria de novo pela porta verde-limão. A hora do chá era

um ritual no departamento, e a sala vazia, cavernosa, logo abrigava um ruído ensurdecedor de vozes e tilintar de xícaras. A maioria dos físicos e matemáticos reunidos vestia-se como se estivesse numa obra. Alguém comentou que o “grupo da relatividade” de Hawking parecia uma banda de rock num dia ruim. Mas não travava conversa fiada. Passava por buracos de minhoca, regiões euclidianas, campos escalares e buracos negros. Rabiscavam equações nas mesinhas baixas. A ironia de Hawking era o tom em seu canto da sala, mas ex-alunos alegavam que algumas observações que fazia durante o chá, muitas vezes, eram mais valiosas que uma hora de palestra de outras pessoas. Hawking virara mestre na arte de englobar muita coisa em poucas palavras. Quando se lê algumas anotações, percebe-se a precisão com que escolhia as palavras para dizer exatamente o que pretendia.

Às quatro e trinta, a sala social ficava vazia tão rapidamente quanto se enchera, e todas as luminárias compridas e fluorescentes, com exceção de uma, eram apagadas. Hawking voltava para seu escritório para trabalhar até as sete. No fim da tarde, seus alunos o encontravam ainda mais disponível para ajudá-los.

Em algumas noites, Hawking jantava na faculdade, ou, em uma van especialmente equipada, comprada com o dinheiro que recebera pelo Prêmio Israeli Wolf de Física em 1988, ia para um concerto ou uma peça de teatro. Quando havia um concerto na escola de Tim, ele ia escutar o filho tocando violoncelo com a orquestra. Tim era um bom músico, seguindo os passos da irmã Lucy. Em outras noites, Hawking ficava trabalhando até tarde em seu escritório.

Foi numa dessas noites, em dezembro de 1989, que fui conversar com ele sobre a ideia de escrever meu primeiro livro a seu respeito. Discutimos buracos negros, e li, para Stephen, um parágrafo que escrevera, para me certificar de que estava certo. Quando fiz uma pausa para reclamar que minha escrita parecia tediosa porque o editor se opunha a qualquer brincadeira ou diversão em um livro sobre ciência, Hawking falou: “Deveria ser divertido. Diga-lhe que eu falei isso”. Tinha certeza de que isso *convenceria* meu editor. Afinal de contas, o próprio livro de Hawking não parava nas prateleiras das livrarias, já tendo vendido milhões de exemplares. Pouco depois, fiquei olhando as palavras surgindo no monitor e me assustei com a mensagem: “Você poderia, por favor, levantar-me um pouco mais em minha cadeira?”. Depois de um instante de confusão, percebi que não era para mim, e olhei para o jovem enfermeiro sentado a nosso lado. Ele se levantou, pegou Hawking e ajustou-o numa posição melhor.

No fim de minha visita naquela noite, havíamos colocado ordem em nossos planos. Hawking pediria a seu assistente pessoal que me fornecesse fotografias de infância e família e material, ainda inédito, que escrevera sobre sua infância e sua deficiência. Em maio ou junho, quando terminei as seções de ciência do livro, ele queria repassá-las comigo.

A fenda se abre

A vida no centro de tamanha atenção e adulação que Hawking recebia inevitavelmente assumia uma aparência artificial. É difícil não perder as coisas de vista, não importando quão sensato e maduro se seja ou se tenha um bom-senso de humor a respeito de si mesmo. Por 25 anos,

Hawking estivera convencendo pessoas de que não era um ser inferior. E nisso saía-se muito bem. Ele as convencera de que era superior. Mas nunca encorajara deliberadamente essa ideia. Stephen se recusava a ser tratado como se fosse *menos* ou *mais* do que simplesmente humano. Porém, críticos declararam que ele, na verdade, pouco fizera para apagar essa imagem de super-herói. Para ser justo, quem o faria? Era divertido e vendia livros. Além disso, o que fazer para desencorajar as pessoas a pensar assim? Quando fazia observações como “Fico embaraçado quando as pessoas chamam isso de coragem; fiz a única coisa que me era possível nessa situação”,¹ algumas pessoas encaravam como falsa modéstia, outras, como mais um exemplo de heroísmo.

Hawking começou a assumir abertamente, mais do que antes, a responsabilidade de ser um modelo para pessoas deficientes. Em um discurso antes de uma conferência sobre ciência ocupacional, na Universidade do Sul da Califórnia, em junho de 1990, ele quase parecia um militante. “É muito importante que crianças deficientes sejam incentivadas a se misturar com outras da mesma idade. Isso determina sua autoimagem. Como se sentir membro da raça humana quando se é afastado desde o início da vida? É uma espécie de *apartheid*.” Disse que se considerava um homem de sorte por sua doença tê-lo atingido já bem tarde, depois de ter passado sua infância com amigos saudáveis e participado de atividades físicas normais. Ele elogiou os avanços mecânicos que o ajudaram. Mas continuou falando que “auxílios como cadeiras de rodas e computador podem ter um papel importante na superação de deficiências físicas, mas a atitude mental correta é ainda mais importante. Não adianta reclamar da atitude das pessoas em relação aos deficientes. Depende dos deficientes mudar a percepção das pessoas, da mesma forma que os negros e as mulheres mudaram as percepções públicas”.² Mesmo os críticos de Hawking não tinham como negar que ele fora mais longe do qualquer outra pessoa em relação à mudança dessa percepção.

Enquanto Hawking viajava por todo o mundo dando palestras, recebendo honrarias, dando entrevistas coletivas e curtindo a adulação geral, cada vez mais frequentemente acompanhado por Elaine Mason, os amigos de Cambridge olhavam para sua “supercelebridade residente” com satisfação e alegria, mas também com uma preocupação crescente. Não o invejavam pela parte divertida, mas se preocupavam com ele. Estaria Stephen começando a acreditar na imagem de “mestre do universo”? O status de celebridade sobrepujaria seu trabalho científico? Aliado à sua teimosia natural, estaria isso transformando-o em uma deliberada prima-dona? Será que uma autoimagem exaltada afetaria sua família? Um casamento que sobrevivera a tantas adversidades conseguiria sobreviver? O público gosta de possuir seus heróis. Poderia Stephen voltar a ser apenas Stephen algum dia? Parecia improvável.

O relacionamento de Jane Hawking com Jonathan Hellyer Jones era conhecido por apenas um punhado de pessoas muito discretas, e nada disso havia chegado ao mundo mais amplo ou à mídia – uma conquista impressionante em uma cidade e comunidade universitária tão pequena quanto Cambridge. Contudo, Jane dera um prenunciador recado em uma entrevista em 1989: “Comecei com muito otimismo. Stephen, à época, foi contagiado por esse sentimento. Sua determinação, entretanto, ultrapassou a minha. Não consigo mais acompanhá-lo. Acho que ele tende a compensar em demasia sua condição, fazendo absolutamente tudo que lhe aparece pela

frente”.³ Esse “tudo” assumiu proporções sem limites. Jane acreditava que era uma tremenda vitória Stephen ser capaz de morar em casa e ter uma vida razoavelmente normal. Mas ele queria muito mais. Haveria mais portas sendo-lhe abertas, mais possibilidades do que ele jamais sonhara ou poderia pensar em explorar; mais exigências de tempo do que ele jamais imaginara ser capaz de cumprir.

Todas essas atividades, a adulação e os prêmios o estavam distanciando de sua família. Cada vez mais, estavam vivendo por conta própria, separadamente dele. Robert e Lucy tentavam se tornar independentes e viver longe de sua sombra. Jane raramente o acompanhava em suas viagens e aparições públicas. Ela buscava escapar dando aulas, cuidando do jardim, lendo e se dedicando à música. Suas aulas de canto deram fruto, e ela se tornara membro importante de um coro de primeira linha de Cambridge, muitas vezes fazendo solos de soprano. Havia outros amigos além de Jonathan que compartilhavam de sua fé religiosa. Seu papel na vida de Stephen mudara. Já não era, como dizia, encorajar um marido doente. Era “simplesmente dizer-lhe que ele não é Deus”.⁴

Por 25 anos, Stephen e Jane Hawking pareciam, para quase todo mundo, ter conseguido lidar incrivelmente com adversidades. Repetidamente, Stephen falava do relacionamento deles como o sustentáculo de sua vida e de seu sucesso. O especial de televisão *Mestre do universo*, em 1989, acabava com uma foto dos dois olhando Tim, que dormia, e Hawking dizendo: “Não se pode pedir mais nada da vida”. A imagem pública de Hawking continuava a reafirmar que, apesar de todos os problemas, a vida à beira do precipício era bonita.

Na primavera de 1990, a fenda, que estivera aumentando havia vários anos, tornou-se um abismo de maneira que poucos imaginavam ser possível. O que me parecia um cotidiano pouco agitado e tranquilo na Silver Street quando conversei com Hawking, em dezembro de 1989, tornara-se – quando os visitei novamente, com os capítulos de ciência finalizados, no início do verão de 1990 – frenético e infeliz. Fiquei uma semana conversando com Stephen e esperando que examinasse meu texto, ciente de que, por algum motivo, o clima no departamento, especialmente entre os funcionários e os professores mais próximos a ele, e com o próprio Hawking, estava tenso, na ponta da faca.

Por fim, um amigo mútuo que conhecia bem Jane Hawking esclareceu o mistério. Stephen contara a Jane que a deixaria para ficar com Elaine Mason. Mesmo com a atenção midiática quase em nível de *paparazzi*, os Hawking haviam guardado seus segredos tão bem, que eu, que o entrevistara algumas vezes e escrevia um livro sobre sua vida, não conseguia acreditar no que escutava. Parecia um fim trágico para o que a maioria das pessoas acreditava ser um casamento bonito, heroico. Para as pessoas mais próximas de Hawking, o rompimento não fora nenhuma surpresa. Dois de seus funcionários mais confiáveis haviam pedido demissão, incapazes de lidar com o turbilhão do casamento que desmoronava e com seu novo relacionamento com Elaine. Sue Masey se esforçava para manter as coisas funcionando no compasso.

Os Hawking se separaram pouco antes do 25º aniversário de casamento. Com exceção de uma breve menção na imprensa, naquele outono, de que ele deixara sua esposa, mas não excluía a possibilidade de reconciliação, nem Stephen nem Jane Hawking fizeram qualquer declaração pública. Era sintomático do amor e do respeito que os amigos de Hawking tinham por ele que,

numa cidade em que fofocas corriam como fogo, essa notícia tenha se espalhado tão lentamente. Nessas circunstâncias, o amplo círculo de conhecidos em Cambridge e em todo o mundo reagiu ao fato como se fosse uma tragédia. A desintegração de casamentos era comum, mas Hawking e seu casamento com Jane pareciam incomuns. De início, a opinião contra ele fora muito forte, por ter abandonado a esposa que o apoiara de maneira tão corajosa. E isso durou até Jane Hawking publicar suas memórias, no fim da década de 1990, quando emergiu uma imagem equilibrada, e finalmente ficou conhecido por todos que o casamento, na verdade, tinha problemas havia anos.

Hawking mudou-se da casa na West Road, e ele e Elaine se alojaram em Pinehurst, um agrupamento atraente, sofisticado e um tanto afastado de casas e apartamentos, não muito longe de Grange Road. No início dos anos 1990, Elaine às vezes voltava de *skate* para casa, depois de deixar seus filhos na escola.

Hawking abandonara um dos pilares que, pelo que ele mesmo dizia, sempre fora sustentáculo de sua vida: a família. O outro pilar, seu trabalho científico, também corria risco de ruir?

A palestra lucasiana – revisitada

Embora algumas pessoas temessem que o turbilhão na vida pessoal de Hawking atrapalhasse seu trabalho científico, ele continuou a expressar sua devoção pela ciência. Disse que estava “com comichões para seguir em frente”. Ainda era possível que ele fosse o físico que encaixaria tudo na Teoria de Tudo, como a mídia vinha profetizando?

O trabalho de Hawking não estava inserido na corrente mais nova desse esforço: a teoria das supercordas. Contudo, as correntes na física mudam do dia para a noite, e uma mente um pouco afastada pode encontrar a conexão que faz várias correntes convergir em uma teoria completa. Havia boatos de que, para os padrões da física teórica, Hawking já estava ultrapassado. São os jovens que normalmente fazem as grandes descobertas. É preciso ter frescor mental, uma abordagem apaixonada, ousada, misturada com uma certa dose de ingenuidade. Mas Hawking certamente ainda tinha tudo isso. Teria sido um erro enorme excluí-lo desse grupo.

E ele viveria o suficiente? Sua doença ainda progredia, mas muito lentamente. Ele se preocupava com o risco de morrer antes de terminar seu trabalho? Em 1990, respondeu a essa pergunta dizendo que nunca olha tão para a frente. Stephen viveu com a possibilidade de morte iminente por tanto tempo que não tem mais medo dela. O tipo de trabalho que ele realiza é um esforço conjunto, e há muitos outros físicos que podem levá-lo adiante. Nunca alegou que sua presença fosse necessária para a Teoria de Tudo ser descoberta. “Mas não tenho pressa de morrer”, completou. “Há muitas coisas que quero fazer antes.”⁵

Em junho de 1990, dez anos depois de sua palestra inaugural como professor lucasiano, perguntei-lhe o que mudaria em seu discurso lucasiano caso tivesse de redigi-lo novamente. O fim da física teórica *está* próximo? Sim, respondeu. Mas não antes do fim do século. O candidato mais promissor para unificar as forças e partículas não era mais a supergravidade $N = 8$, sobre a qual falava até então. Eram as supercordas, a teoria que explicava os objetos fundamentais do

universo como minúsculas cordas vibrantes e sugeria que o que achávamos serem partículas são, na verdade, modos diferentes pelos quais laços fundamentais de cordas podem vibrar. Ainda levaria um tempo para as supercordas funcionarem. Uns vinte ou 25 anos, afirmou.

Perguntei-lhe se acreditava que sua proposta de não limite poderia um dia responder à pergunta “quais são as condições-limite do universo?”. Ele respondeu que sim.

Hawking disse que achava que a teoria do buraco de minhoca tinha implicações importantes para uma Teoria de Tudo. Devido aos buracos de minhoca, era possível que nem as supercordas, tampouco qualquer outra teoria, conseguissem prever números fundamentais do universo como cargas e massas de partículas.

Se alguém criar a Teoria de Tudo, o que acontece? De acordo com Hawking, estudar física depois disso seria como fazer montanhismo depois de o monte Everest ter sido conquistado. Entretanto, Hawking também dissera em *Uma breve história do tempo* que, para a humanidade como um todo, isso seria apenas o início, porque, embora uma Teoria de Tudo nos dissesse como o universo funciona e por que ele é da forma que é, ela não nos diria por que o universo existe. Seria apenas um grupo de regras e equações. Ele se perguntava: “O que é que dá vida às equações e forma um universo para elas descreverem?” “Por que o universo se deu ao trabalho de existir?”⁶ Essas, falou, são perguntas que a típica abordagem científica de produzir modelos matemáticos não consegue responder.

Hawking ainda desejava saber as respostas. “Se eu soubesse isso, então saberia tudo que é importante”,⁷ “e conheceríamos a mente de Deus”.⁸ Foi assim que terminou seu livro, mas ele dissera a um entrevistador de televisão: “Não sou tão otimista quanto à possibilidade de descobrir por que o universo existe”.⁹ Ele não estava considerando se precisávamos, necessariamente, descobrir a Teoria de Tudo a fim de se conhecer a mente de Deus, embora haja, como Jane Hawking sugeriu, outras maneiras de conhecer Deus que não sejam pelas leis da ciência.

Estrelato

Em 1990, Hawking recebeu um diploma honorário da Universidade de Harvard. Aqueles que assistiram à cerimônia e participaram da recepção recordam com carinho da brincadeira que ele fez com a outra homenageada da noite, Ella Fitzgerald: “Fazemos parte da cota legal deles. Um deficiente e uma negra”. Fitzgerald cantou especialmente para ele na recepção.

Novos rostos não acadêmicos apareceram à porta de Hawking e leram a plaquinha, e foram obrigados a aguardar ali como se fossem graduandos em busca de uma orientação. Não se tratava de um fotógrafo local de Cambridge ou Nova York, mas era Francis Giacobetti, fotógrafo do papa e de Federico Fellini, cujos equipamentos e assistentes lotaram a lateral da sala social. Giacobetti acreditava que os objetos de seus retratos eram mais bem revelados pelas mãos, pelas íris dos olhos e em meio perfil, e era assim que ia fotografá-los para uma exposição ao ar livre que começaria em Paris e viajaria pelo mundo. Outros retratados seriam o cientista Francis Crick, o escritor García Márquez e o arquiteto I. M. Pei.

Nem se tratava de mais uma entrevista de uma personalidade da televisão que animou, levando a um novo nível de alto frenesi, a sala social e deixou as discussões sobre física de escanteio. Steven Spielberg concordou em produzir uma versão cinematográfica de *Uma breve história do tempo*, a ser dirigida por Errol Morris.

Morris foi uma boa escolha, pois tinha uma formação incomum, intelectual e eclética. Ainda aos dez anos de idade, precoce, dera palestras sobre o sistema solar; adolescente, tocava violoncelo e estudava música com Nadia Boulanger em Fontainebleau; jovem, registrou recordes escalando em Yosemite; como universitário, sem muita empolgação, fez trabalhos de graduação em história da ciência em Princeton (estudando com John Wheeler) e filosofia em Berkeley. Nada disso empolgou Morris para seguir como profissão, mas, ao longo do caminho, adquiriu experiência que o ajudaria a compreender melhor outras pessoas que não se encaixavam nos moldes comuns, como Stephen Hawking.¹⁰

Embora o corpo docente de Berkeley tenha rejeitado a excêntrica proposta da tese de Morris voltada para o estudo da alegação de insanidade, filmes de matadores em série e assassinos nas prisões de Wisconsin, seu interesse sobre o “crime verdadeiro” continuou depois que começou a fazer documentários. Morris entrou em contato com um homem chamado Randal Adams, que estava à espera de sua pena de morte pelo assassinato de um policial de Dallas. Morris considerou questionável o veredicto e resolveu cuidar pessoalmente do caso. Não era desqualificado para isso, pois trabalhara vários anos como detetive particular em Nova York, quando sua carreira como cineasta estava em baixa.¹¹ Ele documentou em um filme sua investigação do caso Adams e o resolveu, conseguindo a libertação de Adams. *A tênue linha da morte* foi lançado em 1988, sendo aclamado pela crítica e elevando Morris ao status de grande documentarista. Por uma boa causa, ele se autoproclamava “diretor-detetive”.¹²

Foi esse jovem interessante, complicado e brilhante que Spielberg uniu a Stephen Hawking para a filmagem de *Uma breve história do tempo*. Um dos desafios que Morris gostava de definir para si enquanto diretor era “como extrair a verdade de uma situação sem violar seu mistério”,¹³ e foi com essa questão em mente que se aproximou do projeto Hawking.

A escolha de Morris por Spielberg deveu-se em parte ao interesse de resolver um problema que surgiu no início da produção do filme e ameaçava arruinar o projeto. Hawking antevia um filme que usasse o melhor da tecnologia cinematográfica em ficção científica e de efeitos especiais disponíveis para que Steven Spielberg e seus colegas levassem *Uma breve história do tempo* espetacularmente para a tela. Parecia que o projeto não poderia ter caído em melhores mãos. Hawking não tinha intenção de permitir que sua vida pessoal fosse retratada no cinema. Os cineastas, contudo, argumentavam que o filme que Hawking tinha em mente nunca atrairia o público de massa que eles e Stephen esperavam atingir. O filme precisava ser biográfico. Hawking assumiu o trabalho pessoalmente ao lado de Spielberg. Um indomável teria de se submeter ao outro, mas, no fim, foi Spielberg quem prevaleceu, ao trazer Morris para o projeto e convencer Hawking que Morris poderia, como Stephen escreveu mais tarde, “fazer um filme a que as pessoas quisessem assistir, mas que não se afastasse do propósito do livro”.¹⁴ Morris via a vida corajosa de Hawking com severas limitações físicas e sua intrépida busca científica como “temas inseparáveis”.¹⁵ Ele preferiu deixar o próprio Stephen narrar o filme, em sua voz

sintetizada, e repetidamente o filmou refletido no monitor do computador.

Uma das marcas mais expressivas dos trabalhos anteriores de Morris fora sua genialidade como entrevistador e sua habilidade para usar *close-ups* das pessoas falando, e Hawking, em uma capitulação extraordinária, deu a Morris a permissão de entrevistar sua família, amigos e colegas cientistas para o filme. A autorização, contudo, não podia garantir a participação de Jane Hawking. Ela e os três filhos só aparecem no filme em fotografias. Elaine Mason também se recusou a ser entrevistada, mas Gordon Freedman, o produtor, descobriu que ela era “uma maravilhosa e robusta enfermeira” que “ajudava muito nos bastidores”.¹⁶ No filme, o próprio Stephen não responderia a perguntas, tampouco faria comentários sobre sua vida pessoal. Porém Isobel Hawking, mãe de Stephen, concordou em aparecer, e Hawking, na estreia do filme, agradeceu a Morris por transformar sua mãe em uma estrela do cinema.

Em um posfácio ao livro publicado como um “complemento” do filme, *Guia do leitor para “uma breve história do tempo”*, Gordon Freedman, o produtor executivo, descreveu o “relacionamento de trabalho muito forte” que fora desenvolvido entre Hawking e Morris durante os três anos de filmagem, primeiramente em um estúdio de Londres e depois em Cambridge, quando o cineasta, desapontado com os rumos que o filme estava assumindo, resolveu recomeçar tudo. “Na edição bruta, Stephen Hawking e Errol Morris podiam ser vistos na sala de edição sem se darem conta da hora, trabalhando para finalizar uma única opinião do filme.”¹⁷

Uma breve história do tempo estreou em Nova York e Los Angeles em agosto de 1992. Ganhou o Grande Prêmio do Júri para Direção de Documentário e o Troféu de Direção de Documentário no Festival de Sundance, e o Prêmio de Melhor Diretor da Sociedade Nacional de Críticos de Cinema. Philip Gourevitch, em artigo para a *The New York Times Magazine*, foi bem perspicaz: “O registro que Morris fez de Hawking e das pessoas que o rodeiam cria a inesperada impressão de que ele é um homem normal que, por acaso, tem a mente de um gênio aprisionada em um corpo devastado”.¹⁸ David Ansen, na *Newsweek*, elogiou o filme como sendo “uma película elegante, inspiradora e misteriosa. Morris transforma ideias abstratas em imagens assustadoras e as mantém girando no ar com a sutileza e a jovialidade de um mestre do malabarismo”.¹⁹ Richard Schickel, na revista *Time*, falou dos “esplêndidos *close-ups*” e prosseguiu dizendo “que a riqueza metafórica desse filme hipnótico foi conquistada por meios muito simples, o que é uma marca de sua excelência”.²⁰

O próprio Morris ficou bastante satisfeito com o resultado final. Chamou Hawking de “um símbolo, para milhões de pessoas, de triunfo sobre adversidades e a insignificância do homem diante de um implacável cosmos” e estava feliz que o filme tivesse conseguido transmitir essa imagem. Comparado com os trabalhos anteriores que tinha feito, era, como disse Morris, “menos cerebral e mais comovente”, apesar do assunto, que parecia difícil, esotérico, e do fato de que naquele filme “todos são mais inteligentes do que eu”.²¹

Apesar da beleza inegável do filme e de seu sucesso de crítica, ele nunca chegou a um público de massa. Na verdade, nunca foi divulgado ou lançado em cinemas de maneira que permitisse que se conseguisse isso. Nunca saberemos qual seria o resultado se Hawking tivesse ganhado a discussão com Spielberg.

A vida pessoal de Hawking poderia ter ficado de ponta-cabeça. Elaine tornara-se

incrivelmente importante para ele. Virara uma estrela de cinema. Mas, com tudo isso, quando o visitei novamente, alguns anos depois, no escritório e na sala social de Silver Street, era como se o tempo lá tivesse sido congelado. A descrição que fiz em 1990 poderia ter sido escrita naquele dia... os pequenos sons de clique, as palavras esvoaçando para a frente e para trás, para cima e para baixo, no monitor do computador. A voz sintética as enunciando educadamente. Estudantes, enfermeiros e colegas passando para lá e para cá. Às quatro da tarde, as xícaras eram alinhadas com a precisão de um exército de brinquedo sobre o balcão da sala social. Antigos professores lucasianos de matemática olhavam com atenção para a “banda de rock em um dia ruim” bebericando chá e conversando em sua estranha língua matemática. A figura ao centro era patética para todos os padrões normais, como um rapaz a caminho da fogueira na Noite de Guy Fawkes.* Ele usava um babador, e uma enfermeira segurava-o pela testa e o empurrava para a frente para que pudesse beber o chá na xícara que ela mantinha diante de seu queixo. Seu cabelo estava desganhado, sua boca era frouxa, e seus olhos pareciam cansados acima dos óculos que haviam deslizado um pouco por seu nariz. Mas, a qualquer gracejo desrespeitoso de um dos alunos, seu rosto assumia um sorriso que poderia iluminar o universo.

Meu livro de 1990 terminava com as palavras: “Qualquer que seja o futuro dessa história improvável, paradoxal, podemos esperar que será aquele sorriso que um artista capturará algum dia no retrato de Hawking, o retrato que ficará pendurado no espaço vazio ainda existente na sala social ao lado da porta de seu escritório. Enquanto isso, a plaquinha mente. O chefe não está dormindo”.

Isso foi há mais de vinte anos. Hawking tinha 48 anos.

“Entre um filme e outro, gosto de resolver problemas de física”

Andrei Linde, trabalhando com Alex Vilenkin, no fim dos anos 1980 e início dos 1990, descobriu que um universo inflacionário tem um potencial incrível: na teoria da inflação caótica, ele pode se “autorreproduzir”. O resultado é um enorme arranjo fractal de universos germinando um do outro. A ideia de “universos bebês” de Hawking também propunha uma multidão de outros universos. Nosso enorme universo de repente parecia pequeno quando comparado com um possível “multiverso”.

A inflação torna-se “eterna”

Imagine mais uma vez que uma dessas regiões no início do universo esteja inflando rapidamente, enquanto outras regiões vizinhas não. Dentro dessa região inflando, Linde e Vilenkin achavam que haveria sub-regiões que se expandiriam mais rapidamente que a região de onde surgiram, enquanto outras sub-regiões não. Mas a história não acaba por aí. As sub-regiões gerariam subsub-regiões, e por aí seguiria. Em outras palavras, cada região microscópica que inflasse teria sido formada de sub-regiões microscópicas, algumas das quais também eram infladas e, por sua vez, teriam sido formadas de sub-sub-regiões microscópicas, e por aí em diante – um processo eterno de universo inflacionário. A “inflação eterna” seria um processo infinito de autorreprodução do universo. Como Linde descreveu, “um universo é um enorme fractal crescente. Consistente de muitas bolas que inflam para produzir novas bolas, as quais, por sua vez, produzem mais bolas, *ad infinitum*”. O universo que conhecemos e podemos observar é apenas uma dessas regiões, ou sub-regiões, ou subsub-regiões. Caricaturistas desenharam Linde como um vendedor de bexigas de látex.

Existem “universos paralelos” como o nosso? Não necessariamente, embora não se possa excluir a existência de universos de certa forma parecidos com o nosso. Ainda que a imagem total que inclui o que está além de “nosso universo” seja irregular e altamente complicada, em nosso universo a situação é regular e relativamente simples. A inflação em outras regiões ou sub-regiões pode também ter produzido grandes universos regulares. Tudo isso pode, na verdade, se dividir numa infinidade de regiões exponencialmente grandes. Contudo, quando os níveis de energia nessas regiões grandes caem para níveis semelhantes aos de nosso universo hoje, cada

um deles terá diferentes leis da física. A inflação eterna produzirá uma variedade infinita de universos. Nas palavras de John Barrow, “estamos diante da probabilidade de que... habitamos uma única e simples porção de espaço e de tempo em um elaborado acolchoado cósmico... de enorme diversidade e complexidade histórica, cuja maior parte é totalmente inacessível para nós”.¹ E não encontramos nossa porção da forma que ela é por ser o tipo mais provável de universo. Não é.

Barrow usou a expressão “complexidade histórica” com cautela, pois, se a imagem completa for como a inflação eterna descreve, não há por que achar que nosso próprio universo existe no início do processo eterno, ou próximo disso. Poderia ter se originado como uma sub-região de uma sub-região de uma sub-região – quem sabe até onde conseguimos traçar seu histórico? Nesse modelo, nosso universo tem um início, mas o quadro maior, o enorme arranjo fractal, talvez não precise ter um início ou um fim. Nem todo mundo concorda que essa imagem se estende infinitamente para o passado. Alan Guth, fundador da teoria da inflação, trabalhando em parceria com Alex Vilenkin e Arvind Borde, acha que o enorme cenário de inflação “eterna” precisa ter um limite no passado, um início.

Se tudo isso está ocorrendo, não deveríamos ser capazes de perceber? A resposta é não. A inflação acontece de maneira tão rápida que as regiões e sub-regiões e subsub-regiões etc. tornam-se imediatamente independentes uma da outra. Afastam-se em velocidade maior que a da luz, tornando-se pequenos universos distintos.

Pelo que diz Linde, “de acordo com esse cenário, estamos dentro de um domínio quadridimensional, com nossos tipos de leis da física, não porque domínios com diferentes dimensionalidades e com propriedades alternativas sejam impossíveis ou improváveis, mas simplesmente porque nosso tipo de vida não pode existir em outros domínios”.² Em uma variedade infinita de universos, é provável – talvez inevitável – que um deles, pelo menos, seja do tipo onde nossa espécie de vida possa existir. O princípio antrópico está vivo e atuante e não é o subterfúgio de fuga que um dia pareceu ser.

Se não conseguimos ver a inflação eterna acontecendo em nossa casa ou em outros lugares, haveria *alguma* evidência observacional – ou mesmo uma evidência *potencialmente possível* – para a inflação eterna? Hawking ia demonstrar que essa não é uma questão tão de vanguarda e insolucionável, embora assim tenha parecido quando a inflação eterna entrou em cena.

Celebridade global

Em meados da última década do século XX, Hawking continuava com a sequência exaustiva de viagens internacionais que iniciara logo após a cirurgia que lhe custara a voz. Planos de voo e programações agitadas eram possíveis para ele, desde que tivesse enfermeiros incansáveis e intrépidos o acompanhando. As viagens incluíam mais do que apenas realizar palestras, participar de conferências e ser acompanhado por dignitários em passeios turísticos.

As viagens para o Japão, em específico, para onde Hawking foi pelo menos sete vezes na década de 1990, pareciam produzir aventuras incomuns. Joan Godwin, que o acompanhara como

enfermeira na maior parte desses passeios orientais, lembra-se de que, em uma visita, Hawking expressou um forte desejo de conhecer a região norte do país. Seus anfitriões advertiram que era uma área sujeita a terremotos. Sugeriram um destino mais seguro. Sendai. Sendai é onde os devastadores terremoto e *tsunami* – e os consequentes problemas mortais com reatores nucleares – ocorreram em 2011, mas Joan recorda que fizeram uma visita muito agradável à região. Entretanto, assim que surgiu o assunto dos terremotos, Joan conversou com Hawking sobre o que ela deveria fazer caso ocorresse um. “Salve-se”, respondeu. “Não se preocupe comigo.”

Durante outra visita ao Japão, ocorreu um incidente que, embora não representasse perigo físico para Hawking, talvez fosse uma ameaça para seu ego. Na plataforma do trem-bala, ele estava cercado – como de costume – por câmeras e repórteres requisitando declarações e fotografias. Então, num piscar de olhos, eles inexplicavelmente deram-lhe as costas e saíram correndo. Hawking ficou sozinho. Depois, soube que um famoso lutador de sumô havia descido de um trem em uma plataforma próxima. Hawking não era a celebridade mais importante do universo.

O Japão foi também o cenário para uma história contada por David Gross, um teórico de cordas, na conferência em celebração pelo 60º aniversário de Hawking, em 2002:

Quando se viaja com Stephen, tem-se a chance de conhecer todos os tipos de pessoas que não se conheceria de outra forma. Não conseguimos nos encontrar com o imperador, o que lamento, mas conseguimos conhecer alguém que imagino ser, no Japão, ainda mais popular e mais famoso, isto é, o Green Tea Master, e pudemos conhecer as gueixas etc. Mas a experiência mais interessante foi quando Stephen insistiu que todos fôssemos a um bar de karaokê. Na verdade, ele nos convenceu a subir lá e cantar “Yellow submarine”, o que, se eu tentasse repetir aqui, faria as pessoas sair correndo da sala. Toda vez que começava o coro, Stephen apitava “Yellow submarine”; é bem provável que ele ainda tenha um botão “Yellow submarine” para apertar!³

Ficar próximo de casa era muito menos interessante. Também não era garantia de segurança. Em 6 de março de 1991, rapidamente se espalhou por Cambridge a notícia de que Stephen Hawking fora atropelado por um táxi na noite anterior, quando atravessava Grange Road, onde ele e Elaine viviam em Pinehurst. Estava escuro e chovendo, mas a cadeira de rodas tinha luzes de bicicleta na frente e atrás e não devia ser tão difícil de ver. A enfermeira gritou “Cuidado!”, e o carro acelerado pegou sua cadeira de rodas por trás, quando ele atravessava. Stephen foi jogado para longe, caindo com suas pernas sobre o que restou da cadeira destruída. Teria sido um acidente grave, mesmo para alguém em estado de perfeita saúde e preparo físico. Entretanto, ele saiu do hospital de volta para o trabalho dois dias depois, com um braço quebrado enfaixado e alguns pontos na cabeça. A assistente pessoal Sue Masey, seu pós-graduando assistente, alunos e amigos passaram esses dois dias tentando trazer uma nova cadeira de rodas, de outra parte do país, e encontrar as partes necessárias para reparar seu sistema de computador, certificando-se de que o equipamento fosse restaurado tão rapidamente quanto Hawking.

Em 1992, Stephen e Elaine Hawking construíram uma casa grande e moderna não muito longe do centro de Cambridge. De lá, Hawking precisava fazer outro caminho para seu escritório, passando por uma atraente passagem antiga conhecida como Maltings Lane, dando a

volta por um poço e atravessando uma área verde gramada, de vegetação nativa, com muitas árvores e uma pequena ponte chamada Coe Fen. Então cruzava o rio Cam, onde uma barragem separa a parte superior do rio da parte que vai até os fundos da faculdade, e de lá era um tiro só para Mill Lane e sua rampa para a entrada por trás do DAMTP.

Qualquer pessoa que conhecesse aquela trilha através de Coe Fen poderia esperar que as pontes estreitas significassem um problema. Sua largura permite no máximo a travessia de bicicletas, isso se os ciclistas tiverem habilidade suficiente para evitar arranhar suas mãos nos corrimões de madeira, que ficam na altura do guidão. Hawking, em sua cadeira de rodas, “passava como um fio pela ponta da agulha” em alta velocidade, mesmo no escuro. Certa noite, Joan Godwin, voltando para casa tarde da noite com ele, tropeçou nas irregularidades do caminho e caiu. Hawking, sem perceber que ela já não estava atrás dele, seguiu em frente, todo serelepe. Quando um senhor gentilmente ajudou Joan a se levantar, informando que era cirurgião ortopédico, mas esperava que ela não precisasse de seus serviços, Joan pediu-lhe que, por favor, “parasse aquela cadeira de rodas”.

A inflação das ondulações

Em abril de 1992, George Smoot, um astrofísico do Laboratório Lawrence Berkeley e da Universidade da Califórnia em Berkeley, e colegas de diversas outras instituições, anunciaram que os dados provenientes do satélite Explorador do Fundo Cósmico [Cosmic Background Explorer – COBE] revelaram “ondulações” na RCFM. Era uma descoberta muito significativa. Essas ondulações foram a primeira evidência das variações elusivas que os astrofísicos e cosmólogos vinham procurando em vão desde a década de 1960. Essas minúsculas diferenças na topografia do universo, quando ele tinha apenas estimados trezentos mil anos de idade, evidenciavam uma situação que daria suporte à gravidade e permitiria que matéria atraísse matéria para aglomerados cada vez maiores, finalmente formando planetas, estrelas, galáxias e aglomerados de galáxias. A proposta de não limite começou a receber mais crédito após a descoberta de Smoot: ela havia previsto tanto a uniformidade geral do universo como os desvios dessa uniformidade que o COBE encontrara.

Hawking percebera que as descobertas do COBE podiam até ser evidências observacionais indiretas da radiação Hawking. Como vimos, segundo a teoria da inflação, muito antes da era em que se originou a radiação cósmica de fundo em micro-ondas – na verdade, quando o universo tinha muito menos do que um segundo de vida –, ele passou por um período de inflação. Hawking observou que, durante esse período, o universo teria se expandido de maneira tão grande e rápida que a luz viajando em nossa direção, proveniente de alguns objetos distantes, *nunca* teria sido capaz de chegar até nós. Ela teria de viajar em velocidade maior que a da luz para conseguir isso. Saber de luzes que conseguem chegar até nós, enquanto outras nunca o conseguem, sugere o horizonte de eventos de um buraco negro. Hawking propôs que pode, de fato, ter havido um horizonte de eventos no início do universo, similar ao horizonte de eventos de um buraco negro, separando a região de onde a luz chega até nós daquelas de onde a luz não

chega. Nesse horizonte antigo, haveria radiação, assim como há em um buraco negro, e radiação térmica como essa tem uma característica-padrão de flutuações de densidade. No caso do horizonte de eventos do início do universo, essas flutuações de densidade teriam se expandido com o universo, mas então ficaram “congeladas”. Elas seriam observadas hoje como um padrão de minúsculas variações de temperatura – as “ondulações” –, que Smoot encontrou na radiação cósmica de fundo em micro-ondas. Essas “ondulações”, de fato, assumiram a característica-padrão de flutuações de densidade a partir de radiações térmicas, como a radiação Hawking.

Estrela nos palcos e nas telas

No outono de 1992, Stephen Hawking, apaixonado por óperas, viu-se retratado nos palcos da Metropolitan Opera em Nova York, ou pelo menos como uma figura que pairava de certa forma sobre ela. A ópera não era de Wagner. Era *A viagem*, um novo trabalho de Philip Glass, que a compusera para servir de trilha sonora ao filme *Uma breve história do tempo*. O Met montou *A viagem* para celebrar o 500º aniversário da viagem de Cristóvão Colombo para o Novo Mundo, mas Glass não quis recontar a história de Colombo. Em vez disso, fez com que o explorador italiano simbolizasse o desejo humano de explorar e descobrir.⁴ No prólogo da ópera, uma figura em cadeira de rodas, claramente sugerindo Stephen Hawking, flutua acima do palco, entoando “A viagem está onde a visão está”. Surge um céu cheio de planetas, como se ele o tivesse invocado, e a figura sai voando.

No ano seguinte, Hawking esteve mais pessoalmente envolvido em uma breve aventura, que continua sendo uma das lembranças favoritas não apenas para ele, mas para muitos de nós, viajando – na imaginação – muito mais ousadamente no espaço que nos voos suborbitais reais que ainda espera fazer. Ele não ficou, diferentemente de outras vezes, confinado sob as asas da física teórica.

Começou na primavera de 1993, em uma festa celebrando o lançamento da versão em vhs do filme *Uma breve história do tempo*.⁵ Leonard Nimoy, que interpretava o vulcano Spock em *Jornada nas estrelas*, estava entre os convidados e teve a honra de apresentar Hawking. Como a *People Magazine* descreveu, “o filho mais famoso de Vulcano e o cosmólogo mais renomado da Terra instantaneamente estabeleceram um elo mental”⁶ – uma alusão que qualquer seguidor de *Jornada nas estrelas* apreciaria. Quando Nimoy ficou sabendo que Hawking era um fã ávido de *Jornada nas estrelas* e, como qualquer outro fã, queria muito aparecer no programa, ele entrou em contato com o produtor executivo Rick Berman. Este não perdeu tempo e arrumou uma cena de três minutos para ser incluída no início de um dos episódios semanais regulares, intitulado “Descent”.

A cena era no “holodeck” da nave *Enterprise* – uma parte da nave que usa tecnologia holográfica para transformar em “realidade” fantasias de membros da tripulação. Essa era a fantasia do androide Data – um jogo de pôquer com Einstein, Newton e Hawking. Não é de surpreender que Hawking fosse o único que interpretasse a si mesmo. Ele recebeu o roteiro com bastante antecedência e programou suas falas no sintetizador de voz. Nos anos 1990 e na maior

parte da primeira década do século XXI, Hawking ainda era capaz de inúmeras expressões faciais, e essas ele aproveitou bem em seu papel. “Todos ficaram surpresos com quanta mobilidade seu rosto tem. A vitalidade nele é muito evidente”, comentou o diretor do episódio, Alex Singer; e John Neville, que interpretou Isaac Newton, observou: “Quando se tem aquele sorriso em resposta a algo que foi dito, tudo passa a valer a pena mesmo”.⁷ Brent Spiner, que, no papel de Data, foi o anfitrião desse inesquecível jogo de pôquer, resumiu tudo: “Quando Rick Berman e eu estivermos na casa de velhos amigos sentados em cadeiras de balanço, vamos conversar sobre o Hawk”.⁸ Hawking também parecia estar definindo suas prioridades: “Entre um personagem e outro”, ele contou no *set*, “gosto de resolver problemas de física”.⁹ Seu único arrependimento foi que, “infelizmente, havia um alerta minhocalho, assim, nunca aproveitei minhas vitórias”, embora ele tivesse “ganhado todas”.¹⁰

A breve aparição em *Jornada nas estrelas* trouxe Hawking de volta aos holofotes públicos, em um nível que quase excedeu a fama que ele adquirira em *Uma breve história do tempo*,¹¹ e foi um trunfo para divulgar *Buracos negros, universos bebês e outros ensaios*, que seria lançado no ano seguinte, 1993. Logo houve outras aparições na cultura pop. Na música “Keep talking” no álbum *The Division Bell*, de Pink Floyd, aparecia sua voz computadorizada.

Defensor e modelo exemplar

O episódio de *Jornada nas estrelas* também chamou a atenção, muito mais do que seus livros, de jovens com várias formas e graus de deficiência. Um artigo da revista *Time*, em setembro de 1993, o descreveu discursando em Seattle por mais de uma hora para um público extasiado, “totalmente focado”, de jovens em cadeiras de rodas. Depois da conversa, eles se reuniram ao redor dele, fazendo perguntas na maior parte relacionadas com coisas práticas da vida com deficiência e questões políticas relativas aos deficientes físicos, muito mais do que ciência e cosmos. “Enquanto aguardavam que Hawking escrevesse sua resposta, não conseguiam esconder o sorriso do rosto. Eis um famoso cientista, um autor de *best-sellers*, uma estrela de *Jornada nas estrelas* – deficiente, como eles.”¹² Era evidente a realidade da afirmação de Hawking de que sua fama, embora fosse uma bênção ambígua, “me possibilitava ajudar outras pessoas deficientes”.¹³

Ele ajudaria de outras formas. No verão de 1995, Hawking palestrou para uma plateia cheia no Royal Albert Hall de Londres, nada mal para um espaço cuja capacidade era de cinco mil pessoas sentadas. O dinheiro arrecadado foi destinado a portadores de ELA. Hawking ajudou a divulgar uma exposição de apoios tecnológicos para deficientes físicos, chamada “Speak to Me”, no Museu de Ciências de Londres. Sua presença ou patronato poderia garantir uma plateia cheia em quase todos os lugares do mundo. Um artigo de janeiro de 1993, na *Newsweek*, descreveu o frenesi de público e mídia nas palestras de Berkeley, Califórnia, onde boa parte do público aparecia mais de três horas antes para conseguir lugar.¹⁴ Enquanto ele rodava para o centro do palco, fotógrafos se amontoavam para conseguir as melhores posições, e havia uma tempestade de *flashes*. Valia muito a pena arrebatrar esse tipo de excitação para o bem dos deficientes.

Ao longo de uma década, Hawking tornara-se mestre na manipulação de seu público... ou

teria sido apenas um acidente o fato de ele sempre parecer produzir declarações que chamavam a atenção quando o público e a mídia desejavam um incentivo? Como um de seus assistentes pessoais certa vez comentou para mim: “Ele não é idiota, sabe?”. Não importa, mas isso propiciava uma vantagem não apenas para ele, mas para os defensores dos deficientes e para a ciência em geral.

Um desafio para a “primeira diretriz”

Um pronunciamento atipicamente azedo, na Macworld Expo, em Boston, em agosto de 1994, foi noticiado em todo o mundo: “Talvez um fato importante sobre a natureza humana é que a única forma de vida que criamos até agora é puramente destrutiva. Criamos vida a partir de nossa própria imagem.”¹⁵ Hawking falava sobre vírus de computador.

Vírus de computador são uma forma de vírus? Hawking achava que deveriam “contar como vida” e, com essas palavras, iniciou um alvoroço. Em um episódio recente de *Jornada nas estrelas*, o capitão Picard, confrontado com um vírus superinteligente, negociara com ele em vez de destruí-lo, para não violar a “primeira diretriz” da Frota Estelar, que proíbe que se interfira no desenvolvimento interno ou na ordem social de qualquer sociedade alienígena. A destruição do vírus, nesse caso, teria constituído uma violação dessa lei. Claramente, os roteiros de *Jornada nas estrelas* concordavam com Hawking. Havia inúmeros fãs de *Jornada nas estrelas*, e de Hawking, prontos para participar do debate, apoiando um lado ou outro.

“Um ser humano normalmente tem dois elementos”, argumentou Hawking. “Primeiro, um grupo interno de instruções que lhe diz como se sustentar e se reproduzir. Segundo, um mecanismo para cumprir as instruções.” A vida, como a conhecemos, é vida biológica, e esses dois elementos são os genes e o metabolismo. Mas “vale a pena enfatizar que não precisa haver nada biológico neles”. Um vírus de computador se copia enquanto se move para diferentes computadores e infecta sistemas interligados. Embora não tenha um metabolismo no sentido usual da palavra, ele usa o metabolismo de seus hospedeiros, como um parasita. “A maior parte das formas de vida, incluindo as nossas, são parasitas, pois se alimentam de outras formas de vida, ou sua sobrevivência depende disso.”

Como na biologia não se conseguiu, de maneira alguma, definir o que é vida e o que não é, os biólogos cuja opinião se pediu não se dispunham a dizer que Hawking estava errado. Os vírus de computador certamente se encaixam em algumas definições de vida.

Hawking encerrou seu discurso com outra sugestão impressionante sobre o que pode estar incluído na “vida”. A expectativa de vida humana é muito curta para viagens interestelares e intergalácticas de longa distância, mesmo na velocidade da luz. Entretanto, a longevidade necessária não seria difícil para naves espaciais mecânicas que pudessem pousar em planetas distantes, explorar seus recursos e, então, produzir novas espaçonaves. A viagem poderia durar para sempre. “Essas máquinas seriam uma nova forma de vida baseada em componentes eletrônicos e mecânicos, em vez de macromoléculas [como vida biológica]”, falou Hawking. Uma profecia desoladora!

Com tudo o mais que estava conseguindo encaixar em sua programação, Hawking encontrou tempo, em 1993, para coorganizar, em parceria com Gary Gibbons, um volume de artigos técnicos sobre gravitação quântica euclidiana.¹⁶ Hawking escreveu ou coescreveu dezesseis dos 37 artigos. Naquele mesmo ano, também publicou uma coleção de seus artigos sobre buracos negros e o Big Bang.¹⁷

Setas do tempo

Outro assunto sobre o qual Hawking falava em suas palestras públicas no início dos anos 1990 era muito menos perturbador do que vírus como uma forma de vida. Era algo que o intrigara por muitos anos: as “setas do tempo”. O aumento da entropia (desordem) e a percepção humana de passado e futuro parecem estar ligados à expansão do universo. Por que isso? Enquanto fazia seu doutorado, ele considerara a possibilidade de escrever sua tese sobre esse tópico misterioso, mas decidira que queria algo “mais definido e menos feérico”. Teoremas sobre singularidade eram “muito mais fáceis”.¹⁸ Contudo, quando ele e Jim Hartle desenvolviam sua proposta de não limite, Hawking reconheceu que seu trabalho tinha implicações interessantes para as setas do tempo. Ele retornou ao assunto em um artigo que escreveu em 1985 e pretendia trabalhar mais sobre isso no CERN, naquele verão em que acabou, desastrosamente, no hospital.

No início dos anos 1990, com uma demanda cada vez maior por palestras públicas, Hawking descobriu que esse era, de fato, um tópico que interessava a seus públicos não especializados e que poderia explicar de maneira bastante simples e sucinta. Era também um assunto que lhe permitia mostrar que cientistas eminentes são capazes de mudar de ideia e admitir erros.

Com pouquíssimas exceções, as leis da ciência não fazem distinção entre direções do tempo: se para a frente ou para trás. As leis a respeito do tempo são *simétricas*. Pode-se fazer um filme a partir de interações físicas e inverter sua direção, e ninguém que o vir poderá dizer qual é o sentido em que ele deve ser rodado. Estranho, pois não é isso o que acontece no mundo cotidiano. Temos um passado e um futuro bem definidos. Quase sempre podemos dizer se um filme está indo de trás para a frente. Seria difícil confundir uma direção com a outra. Como essa “ruptura de simetria” ocorre ainda é um dos grandes mistérios, mas sabemos que, no universo como o vivemos, nossa percepção da passagem do tempo parece estar ligada ao fato de que, em qualquer sistema fechado, a desordem (ou entropia) sempre aumenta com o tempo. O caminho da ordem para a desordem é uma via de mão única. Um vaso quebrado não reúne suas peças e volta para a prateleira. Entropia, desordem, nunca diminui.

Há três “setas do tempo”: a “seta termodinâmica” (a direção em que a desordem, ou entropia, aumenta), a seta “psicológica” ou “subjettiva” (a forma como os seres humanos veem a passagem de tempo) e a “seta cosmológica” (a direção do tempo em que o universo está se expandindo, não contraindo). A pergunta que interessava a Hawking era por que essas três setas existem, por que são tão bem definidas e por que apontam para a mesma direção. A desordem aumenta, e vivenciamos a passagem do tempo, do passado para o futuro, enquanto o universo se expande. Ele suspeitava que a resposta estava na condição de não limite para o universo, com

alguma ajuda do princípio antrópico.

A seta termodinâmica (que tinha relação com o aumento de desordem ou entropia) e a seta psicológica (nossa percepção cotidiana do tempo) apontam, sempre, para a mesma direção. É uma experiência comum que, conforme o tempo avança, a desordem, ou entropia, aumenta. Hawking admitiu que isso é uma tautologia, concluindo que “a entropia aumenta com o tempo, porque definimos a direção do tempo como sendo aquela em que a entropia aumenta”¹⁹ – mas ele estava satisfeito com a ideia de que a seta psicológica e a seta termodinâmica são, em sua essência, a mesma seta.

Por que, então, ela aponta para a mesma direção que a seta cosmológica do tempo, com a expansão do universo? Isso é necessário? Entremos na proposta de não limite. Lembremos que, na teoria clássica da relatividade geral, todas as leis da física perdem a validade na singularidade do Big Bang. É impossível prever se o início do tempo teria sido ordenado ou uma situação de total desordem, em que não havia possibilidade de aumentar a desordem. Entretanto, se a proposta de não limite de Hawking e Hartle estivesse correta, o início seria “um ponto regular, homogêneo, do espaço-tempo, e o universo teria começado sua expansão em um estado muito homogêneo e ordenado”.²⁰ Conforme o universo se expandiu, o desenvolvimento gradual de toda a estrutura que observamos hoje – aglomerados de galáxias, galáxias, sistemas estelares, estrelas, planetas, você e eu – representou um aumento contínuo, enorme, da desordem, e essa tendência continua. Assim, no universo como o conhecemos, a seta termodinâmica, a seta psicológica e a seta cosmológica apontam para a mesma direção.

Mas pensemos no que pode acontecer se o primeiro modelo do universo de Friedman – o modelo em que o universo, finalmente, para de se expandir e começa a se contrair – estiver correto (ver figura 6.1). Quando a expansão passa a ser contração, a seta cosmológica do tempo muda de direção. A grande pergunta era: as setas termodinâmica e psicológica do tempo também mudariam de direção? A desordem começaria a *diminuir*? Hawking achava que havia ali todos os tipos de possibilidades interessantes para escritores de ficção científica, mas também argumentou que era “um tanto acadêmico se preocupar com o que aconteceria quando o universo entrasse novamente em colapso, já que ele não começará a se contrair antes de pelo menos mais dez bilhões de anos”.²¹

Todavia, a condição de não limite parecia dizer que a desordem diminuiria no universo em colapso, e Hawking de início concluiu que, quando o universo parasse de se expandir e começasse a colapsar, não apenas a seta cosmológica, mas *todas as três setas* mudariam de direção, e todas as três continuariam a apontar para a mesma direção. O tempo seria invertido, e as pessoas levariam sua vida de trás para a frente, “rejuvenescendo”, como aconteceu com o mago Merlin em *O rei que foi e um dia será*, romance de T. H. White que se passa na época do rei Arthur. Xícaras quebradas voltariam a ficar inteiras.

Don Page, na época professor de física na Universidade Estadual da Pensilvânia, ousou discordar. Em um artigo que, por acaso, apareceu na mesma edição de *Physical Review* que o texto de Hawking sobre a seta do tempo, Page argumentava que a condição de não limite não significava que todas as três setas teriam de ser invertidas quando o universo estivesse em sua fase de contração.²² Raymond LaFlamme, um aluno de Hawking, encontrou um modelo mais

complicado, e os três expuseram seus argumentos e enviaram cálculos para lá e para cá. Page, mais experiente no trabalho com Stephen, sugeriu a LaFlamme que seria melhor não dizer a Hawking a conclusão a que haviam chegado, mas primeiro expor todas as propostas, de maneira que Stephen chegasse às mesmas conclusões sem que lhe fosse dito o que era.²³ Por fim, conseguiram convencer seu mentor de que ele estava errado. Embora a seta cosmológica do tempo fosse invertida quando o universo parasse de se expandir e começasse a se contrair, o mesmo não aconteceria com as setas termodinâmica e psicológica. Era tarde demais para alterar o artigo de Hawking, mas ele conseguiu inserir uma nota admitindo: “Acho que Page pode muito bem estar correto em sua sugestão”.²⁴

Qual é, então, a resposta à pergunta: por que observamos as setas termodinâmica, psicológica e cosmológica apontando para a mesma direção? Porque, ainda que não acabemos “rejuvenescendo”, poderíamos não sobreviver no universo quando ele estivesse em colapso, quando a seta cosmológica do tempo estivesse invertida. A essa distância no futuro, o universo estará em um estado de quase total desordem, com todas as estrelas se extinguindo, os prótons e nêutrons dentro delas decaindo em partículas de luz e radiação. Não haverá mais uma forte seta termodinâmica. Não conseguiríamos sobreviver à morte de nosso Sol, mas, mesmo que conseguíssemos, também seria necessária uma forte seta termodinâmica do tempo para existirmos. Antes de tudo, seres humanos precisam comer. E comida é uma forma relativamente ordenada de energia. O calor com que nossos corpos transformam a comida é mais desordenado. Hawking concluía que as setas psicológica e termodinâmica do tempo são, para todos os efeitos, a mesma seta, e, se uma desaparece, a outra também desaparece. Na fase de contração do universo, não poderia haver vida inteligente. A resposta à pergunta de por que observamos as setas termodinâmica, psicológica e cosmológica apontando para a mesma direção é porque, se as coisas fossem diferentes, não haveria ninguém para fazer essa pergunta. Se isso lhe parece familiar, deve ser o princípio antrópico. Conforme o tempo passou (em todos os três sentidos), Hawking pensava cada vez menos no princípio antrópico como uma fuga, “uma negação de todas as nossas esperanças de compreender a ordem subjacente do universo”, passando a vê-lo como princípio realmente poderoso.

Mais magia no horizonte de eventos

Hawking suspeitara, em 1981, que Leonard Susskind fora “a única pessoa na sala que realmente percebeu as implicações do que eu dissera”, no sótão de Werner Erhard. Anos transcorreram desde então, e não passara o incômodo de Susskind com o problema do paradoxo da informação. “Quase tudo o que pensei desde 1980 foi, de uma forma ou de outra, uma resposta à pergunta profundamente reveladora [de Hawking] sobre o destino da informação que cai dentro do buraco negro. Quando acreditei piamente que sua resposta estava errada, a pergunta e sua insistência em uma resposta convincente nos forçaram a repensar os fundamentos da física.”²⁵ Em 1993, referindo-se ao trabalho que Hawking realizara na década de 1970, Susskind propôs uma nova maneira de lidar com uma contradição que desafiava o senso comum no horizonte de eventos de

um buraco negro.

Não será surpresa para ninguém que leu até mesmo o mais rudimentar dos livros sobre buracos negros que, se alguém (chamemos essa pessoa de Miranda) cair dentro de um, a experiência dessa pessoa será radicalmente diferente do que parece ser a partir do ponto de vista de alguém (chamemos essa pessoa de Owen) que esteja observando de uma espaçonave a distância, fora do buraco negro. Einstein mostrou que, se duas pessoas estão se movendo rapidamente, uma em relação à outra, cada uma vê o relógio da outra diminuir de velocidade e vê a outra se achatando na direção do movimento. Também o relógio que esteja nas proximidades de um objeto com muita massa (e um buraco negro é um objeto com muita massa) vai correr mais lentamente em comparação a um que não esteja.

A conclusão é que, do ponto de vista do observador distante Owen, Miranda, enquanto cai na direção do buraco negro, parece estar caindo cada vez mais lentamente, com seu corpo ficando achatado, tornando-se uma panqueca cada vez mais fina. Por fim, quando Miranda chega ao horizonte de eventos, Owen a vê parando. Ele nunca vê sua queda através do horizonte; na verdade, nem a vê chegando até lá. Enquanto isso, a experiência de Miranda é que ela atravessa intacta o horizonte de eventos. Do ponto de vista de Owen, ela está parada e achatada; do ponto de vista de Miranda, ela ainda está caindo.

Susskind se propôs a descobrir como ambos os pontos de vista poderiam ser verdadeiros e observou que – embora ele, você e eu, que não estamos caindo, tampouco observando a distância, possamos aceitar que ambos os cenários de nosso exemplo tenham ocorrido e ficar incomodados com a contradição – nenhum de nós está, de fato, lá. Suponhamos, em vez disso, que você e eu sejamos parte da ação. Dessa vez, eu serei a observadora a distância. Você cai dentro do buraco negro. O nó da questão é que, em uma situação real dessa história, nem eu, o observador a distância, nem você, que cai dentro do buraco negro, jamais observamos ou experimentamos a contradição. E você, que passou por uma queda tranquila através do horizonte de eventos, é absolutamente incapaz de retornar e comparar observações comigo ou me enviar uma mensagem. Se, por acaso, eu cair mais tarde (essa possibilidade desnortou Susskind por um tempo), você estaria tão à frente no caminho da singularidade que eu nunca conseguiria alcançá-lo. Seria impossível para qualquer um de nós saber a versão da história que contradissesse a nossa própria.

Susskind e os colegas Larus Thorlacius e John Uglum chamaram esse princípio, de que nenhum observador jamais vê uma violação das leis da natureza, de “complementaridade do horizonte”.

Gastemos um tempo para recordar o significado de “complementaridade”. Estamos usando duas diferentes descrições, talvez mutuamente excludentes, a fim de termos uma compreensão melhor do que a que seria propiciada por uma única descrição. No início do século XX, foi a forma que o físico Niels Bohr encontrou para resolver um problema de física, conhecida como dualidade partícula-onda. Pesquisadores realizando experiências com a forma como a luz se propaga (a forma como viaja) descobriram que ela age como se fosse formada por ondas. A descrição da luz como partículas é descartada. Contudo, quando estudaram a maneira como a luz interage com matéria, descobriram que ela age como se necessariamente fosse partícula. O

modelo que a descreve como ondas é descartado. Em 1920, ficou claro que a luz poderia ser concebida como ondas ou como partículas, mas nenhum modelo sozinho podia explicar os dados obtidos em experimentos, e essa situação singular não poderia ser resolvida dizendo-se que a luz é ora partículas, ora ondas, ou que a luz é ao mesmo tempo partículas e ondas. O problema aplica-se à matéria, assim como à radiação. Bohr escreveu para Einstein em 1927, concluindo que era possível viver com o que parecia uma contradição, “desde que não permitamos que nossa intuição de que a matéria deva ser ou onda ou partícula nos ‘deixe cair em tentação’”.²⁶ As descrições eram incompatíveis, mas ambas eram necessárias e estavam corretas.

O mesmo poderia ser dito no caso da complementaridade do horizonte. Como Susskind resumiu: “O paradoxo da informação, estar em dois lugares ao mesmo tempo, é aparente, e mesmo assim uma análise cuidadosa mostra que não surgem contradições reais. Mas há uma esquisitice nisso”.²⁷ Gerard’t Hooft, de Utrecht, em 1993, introduziu o que chamou de “redução dimensional”. Susskind rebatizou-o de “princípio holográfico”.

Voltemos a pensar em Miranda caindo na direção do horizonte de eventos, a partir do ponto de vista de Owen, o observador distante na espaçonave. De lá, devido à dilatação do tempo, Miranda parecia congelar-se e espalhar-se pelo horizonte de eventos. Susskind sustenta que, da mesma maneira, Owen também verá, congelado no horizonte, tudo o mais que originalmente participou da formação do buraco negro e tudo o que caiu dentro dele. “O buraco negro consiste de um imenso ferro-velho de matéria achatada em seu horizonte”, diz Susskind.

O “princípio holográfico” é, então, a ideia de que informações são, de certo modo, armazenadas no limite de um sistema, e não no interior dele. Pensemos na imagem holográfica de um cartão de crédito, onde uma imagem tridimensional é armazenada sobre uma superfície bidimensional do cartão. Susskind acrescentou detalhes a essa ideia, comparando um buraco negro a um projetor cósmico gigante, que pega uma pessoa tridimensional e a transforma em uma superfície bidimensional no horizonte de eventos. O principal é que toda essa informação, espalhada na borda do buraco negro, não é destruída. Está toda lá. Não é perdida.

Uma sugestão muito interessante sobre como tudo isso acontece vem da teoria das cordas, em que, o leitor lembrará, as partículas não parecem pontos, mas sim minúsculos laços de cordas vibrantes. A forma como uma corda vibra determina o tipo de partícula que ela é. Primeiro, pensemos em uma única corda caindo dentro de um buraco negro. Está-se observando isso a partir de uma espaçonave a distância. Conforme nos aproximamos do horizonte de eventos, a vibração parece desacelerar. A corda se espalha, e toda informação que ela carrega é distribuída por todo o horizonte de eventos. Cada corda que se espalha sobrepõe-se a outras, resultando em uma trança densa. Como tudo é feito de cordas, tudo que cai na direção de um buraco negro é espalhado assim. A gigantesca trança de cordas resultante, que cobre a superfície de um buraco negro, é capaz de armazenar a enorme quantidade de informações que caíram quando o buraco negro se formou e depois disso. Aqui, então, no horizonte, está tudo que “caiu dentro do buraco negro”. No que se refere ao observador a distância, ele não caiu dentro do buraco negro. Parou no horizonte e foi, depois, irradiado para o espaço.

Susskind visitou Cambridge em 1994 e viu uma oportunidade de ouro para conversar com Hawking e convencê-lo de que a complementaridade do horizonte poderia resolver o paradoxo

da informação. Infelizmente, Hawking estava doente à época, e eles não conseguiram se encontrar. Por fim, Hawking assistiu a uma palestra que Susskind fez sobre complementaridade do buraco negro. Susskind lembra-se da ocasião: “Essa foi a última chance de uma confrontação com Stephen. A sala de conferência estava lotada. Stephen chegou bem na hora em que eu começava e sentou-se no fundo. Normalmente, ele se sentava na frente, próximo da lousa. Não estava sozinho; sua enfermeira e outro assistente o acompanhavam, para o caso de precisar de cuidados médicos. Era óbvio que estava com problemas, e mais ou menos na metade do seminário ele saiu. E foi isso”.[28](#) As ideias de Susskind teriam de aguardar até o começo do século XXI para que alguém lhes desse um rigoroso tratamento matemático.

“Acho que temos uma boa oportunidade de evitar o Armagedom e, ao mesmo tempo, uma nova Idade das Trevas”

Na primavera de 1995, sete anos após ter sido lançado, *Uma breve história do tempo* enfim foi editado em brochura. Em geral, isso aconteceria com um livro por volta de um ano depois de sua publicação inicial, mas, como a edição em capa dura continuava a vender em uma quantidade fenomenal, a Bantam repetidamente adiava essa decisão. Um entrevistador disse a Hawking que, com seiscentos mil exemplares vendidos no Reino Unido, mais de oito milhões em todo o mundo e mais de 235 semanas na lista dos mais vendidos da *Times*, era difícil imaginar que havia pessoas que aguardaram sete anos para aprender os segredos do universo apenas para poder comprar seu livro em brochura e economizar oito libras.¹ Hawking discordou: “Vendeu um exemplar para cada 750 homens, mulheres e crianças do mundo, assim, há ainda 749 para atingir”. “Lógica de Hawking!”, acrescentou sua enfermeira.²

Stephen e Jane Hawking finalizaram o divórcio naquela primavera. Em julho, Stephen fez o primeiro anúncio público de seu noivado e futuro casamento com Elaine, no Festival de Música de Aspen, no Colorado, em um concerto em benefício da Escola de Música e Festival e do Centro de Física de Aspen.³

O discurso breve e alegre de Hawking introduziu uma apresentação de *O idílio de Siegfried*, de Richard Wagner. Diferentemente da maioria das composições de Wagner, essa é música de câmara, intimista, e exige apenas um pequeno grupo de músicos. Tem uma história romântica. Wagner a compôs para ser tocada em sua chácara, na escada que dava para o quarto de sua esposa Cosima, como uma surpresa para a manhã de Natal de 1870, aniversário dela. Os dois haviam se casado no verão anterior. *O Idílio* foi uma escolha inspirada para o anúncio de noivado de Hawking. Combina gentileza, carinho e paixão de maneira quase única na literatura. Elaine acariciava com amor o ombro de Stephen, enquanto ele saía do palco e a música começava. O físico David Schramm, presidente da diretoria do Centro de Física de Aspen, comentou: “Há um calor – uma expressão carinhosa nos olhos de Stephen quando ele olha para Elaine. Vê-se uma relação muito especial entre os dois”.⁴ Dois meses depois, em 16 de setembro de 1995, Stephen e Elaine casaram-se em uma cerimônia no cartório de Cambridge, seguida por uma missa na igreja e uma festa. Nenhum dos três filhos dele e dos dois garotos dela esteve presente. Hawking tinha uma declaração programada e pronta em seu computador: “Isso é incrível – casei-me com a mulher que amo”.⁵

A reação da imprensa à época do casamento não foi gentil, questionando os motivos de Elaine para se casar com aquele homem extremamente rico, que era bem provável que não vivesse por muito tempo. Jornalistas esperavam que o ex-marido de Elaine, David Mason, pudesse conceder alguma entrevista depreciativa, mas ele falou em defesa de Elaine. Tudo o que Elaine realmente queria, comentou, era alguém que precisasse dela.⁶ Elaine, pelo que parecia, também precisava de Hawking, pois ele assim respondeu a uma pergunta sobre seus motivos para se casar com Elaine: “Já era tempo de eu ajudar alguém. Durante toda a minha vida adulta, as pessoas têm me ajudado”.⁷ Depois do casamento, Hawking negou-se veementemente a responder perguntas da imprensa – e as de membros de plateias curiosos – sobre seu casamento. “Prefiro não entrar em detalhes de minha vida pessoal” era a resposta-padrão.⁸ Entre os rumores preocupados e as fofocas menos bem-intencionadas que surgiriam a respeito da vida conjunta de Stephen e Elaine, havia um tema constante, expresso por aqueles que o conheciam: “ele ama Elaine”.

Jane Hawking estava em Seattle visitando seu filho Robert quando foi feito o anúncio do noivado. Quando retornou a Cambridge, começou a reconsiderar sua decisão prévia de não escrever suas memórias como esposa de Hawking. Tentara em vão encontrar um editor para um livro que escrevia a respeito de “Le Moulin”, uma casa que ela comprara e restaurara na França. O livro oferecia conselhos valiosos e informações práticas para outras pessoas que pensavam em fazer o mesmo. Os editores, entretanto, queriam um livro sobre sua vida pessoal com Hawking, não sobre o Le Moulin. Um agente inescrupuloso a enganou, fazendo-a assinar um contrato por meio do qual prometia “contar tudo” depois se o editor concordasse em pegar o livro que ela estava escrevendo agora. Jane aguardara o término do contrato e, então, em 1994, publicou por conta própria *At home in France*.

Entre o verão e o outono de 1995, com tudo mudado, Stephen casado com Elaine, e Jonathan e Jane vivendo juntos em Cambridge, sem precisarem se esconder de ninguém e com Timothy, parecia a ela que chegara a hora de contar toda a “história de Hawking” de seu ponto de vista, muito menos extasiado. Recebera uma carta de um editor da Macmillan Publishers, perguntando-lhe se ela consideraria a possibilidade de escrever uma autobiografia. Dessa vez, Jane disse que sim.

Chá e uma palestra

Quando visitei Hawking para um chá, no DAMTP, na primavera de 1996, seu último livro popular, *Buracos negros e universos bebês*, tinha acabado de ser lançado. Uma afirmação do livro em particular incomodara alguns críticos. Hawking escrevera que uma teoria na física “é apenas um modelo matemático, e não faz sentido perguntar se ela corresponde à realidade. Tudo que se pode perguntar é se as previsões concordam com a observação”.⁹ O resto de nós pode ficar curioso, mas Hawking insistia, e continuaria a insistir, que não há por que discutir se os buracos de minhoca realmente existem.

Durante o chá, persisti um pouco mais nessas ideias com ele: está bem, é ponto pacífico que

não há motivo para perguntar se essa teoria corresponde à realidade. Mas *existe*, na verdade, uma resposta à pergunta? Existe uma realidade, talvez inacessível a nós, mas mesmo assim uma realidade sólida? Dizer que não existe, em nenhum nível, é ter uma visão muito pós-moderna das coisas. A resposta de Hawking foi interessante: “Nunca temos uma visão da realidade independente de modelos. Mas isso não significa que não exista uma realidade independente de modelos. Se eu não achasse que existe, não poderia continuar fazendo ciência”.¹⁰ Em um livro que escreveu com Penrose, publicado em 1996, *A natureza do espaço e do tempo*, uma coletânea de seis palestras que fizeram no Instituto Newton, em Cambridge, em 1994, em que os dois ofereciam divergentes pontos de vista em filosofia e ciência, Hawking comentou: “Considero Penrose um platonista de coração, mas ele deve responder por si mesmo”.¹¹ O comentário que Hawking fez para mim certamente o classificaria como um platonista também.¹²

Tomamos chá na sala social, rodeados, como sempre, pela alvoroçada multidão de alunos e físicos, com seus trajes ainda casuais, quase sujos, com sua língua que era uma mistura de inglês e matemática, e as conversas indo da idade do universo até sua história, equações rabiscadas nas superfícies das mesinhas. Com essa companhia, percebi que Hawking nunca fora tratado como alguém extraordinário, embora seus colegas e alunos não se incomodassem de aguardar as longas pausas enquanto compunha suas sentenças, considerando válida a espera do que ia dizer. Devido à falta de linguagem corporal e nuances vocais, a voz sintetizada transmite apenas um sentimento: paciência infinita, pensativa, emprestando um ar oracular a suas afirmações. Seu humor, ainda que fosse involuntário, parecia de uma ironia seca.

O chá terminou cedo naquela tarde, porque Hawking tinha de fazer uma palestra pública. Os ingressos já haviam sido distribuídos pela universidade semanas antes. Alguém sugeriu que eu fosse com seus alunos de pós-graduação e de pós-doutorado, que assistiriam mesmo sem ter ingresso. Era uma sugestão particularmente gentil, já que eu tinha pelo menos 25 anos a mais do que eles – era da idade do palestrante, não da deles.

A palestra foi um evento midiático: caminhões de som do lado de fora do prédio, cabos serpenteando para dentro, holofotes voltados para o palco e uma plateia. O salão de palestras era moderno e grande, embora com menos capacidade do que outros ao redor do mundo que as aparições de Hawking costumavam lotar. Por volta de quinhentas pessoas estavam sentadas em bancos compridos, curvos, que pareciam carteiras; outras se amontoavam nos balcões acima de nós. Ouviu-se um silêncio quando Hawking se dirigiu ao púlpito. Algo naquele movimento calmo, comum, inexorável para o centro do palco transmitia-lhe a aura de uma visita vinda de outra dimensão. Ele havia pré-programado a palestra em seu computador. Um assistente operava um projetor de *slides*. Mesmo quando a palestra e os *slides* incluíam fórmulas e diagramas que poucos conseguiam acompanhar, Hawking exigia uma atenção profunda.

Naquela época, Hawking também estava ocupado com outro projeto para a televisão, que seria transmitido no ano seguinte. *O universo de Stephen Hawking*, e um livro complementar para acompanhá-lo, era uma coprodução em seis partes entre a BBC e a Public Television, dos Estados Unidos. Dessa vez, conseguiu vencer quando insistiu que a série se mantivesse científica.

Jane e Jonathan Hellyer Jones casaram-se em 1997, mas Lucy roubou o espetáculo naquele ano quando, em março, contou para a família que ela e seu namorado, Alex Mackenzie Smith,

membro das Forças de Paz da ONU na Bósnia, estavam esperando uma criança. Planejavam morar juntos em Londres e casaram-se formalmente em julho. O primeiro neto de Hawking recebeu o nome de William, que, logicamente, era o nome do meio de Stephen.

Censura em um nível cósmico

Era hora de fazer outra aposta. O histórico desta vem de 1970, quando Hawking começou a pensar sobre os raios de luz no horizonte de eventos de um buraco negro e o que aconteceria caso eles se aproximassem, colidissem e caíssem dentro do buraco negro. A pergunta era: poderia um buraco negro acabar algum dia *sem* horizonte, com a singularidade “nua”, exposta? Roger Penrose propusera uma “conjetura da censura cósmica” – que uma singularidade sempre estaria envolvida dentro de um horizonte. A discussão se estendera por anos, e Hawking apostaria com Kip Thorne e John Preskill (também da Caltech) que Penrose estava certo. O perdedor pagaria o vencedor, ou vencedores, com “roupas para cobrir a nudez do vencedor, a serem confeccionadas com uma mensagem adequada admitindo a derrota”. Desde 1991, quando a aposta foi feita e assinada, Demetrios Christodoulou, de Princeton, usando simulações de computador de Matthew Choptuik, da Universidade do Texas, fizera alguns cálculos teóricos que sugeriam que uma singularidade sem um horizonte de eventos pode ser criada sob circunstâncias especiais muito improváveis, como um buraco negro em colapso. A situação era quase tão provável quanto equilibrar uma caneta sobre sua ponta afiada, disse Choptuik, mas na teoria não era impossível.

Hawking admitiu a derrota em palestra pública na Califórnia, em 1997. A mensagem “bordada” nas camisetas que entregou a Thorne e Preskill indicava que, embora uma singularidade *desnuda* pudesse acontecer, ela provavelmente não aconteceria – ou não deveria! O desenho mostrava uma bela mulher mal conseguindo esconder sua nudez atrás de uma toalha com a frase “A natureza abomina uma singularidade nua”. Quando Christodoulou refez seus cálculos, descobriu que a aceitação da derrota por parte de Hawking provavelmente fora prematura; assim, foi feita uma nova aposta. Dessa vez, ficou claramente definido que a singularidade teria de acontecer sem nenhuma condição especial improvável e a mensagem do perdedor no vestuário teria de admitir a derrota inequivocamente. Preskill, nesse entretanto, observou que conhecemos, sim, uma singularidade nua: o Big Bang.¹³

Hawking fez uma jornada particularmente memorável em 1997. Ele, Kip Thorne e vários colegas, visitaram a Antártida. Há fotos que o mostram todo encapotado em sua cadeira de rodas diante de um fundo de gelo e neve. Entretanto, não chegou realmente ao polo Sul, e nunca esteve no polo Norte, ou seja, Hawking não pode dizer que *observou pessoalmente* que não existem limites lá.

Acelerando!

Em janeiro de 1998, em uma conferência da Sociedade Norte-Americana de Astronomia, um jovem astrônomo chamado Saul Perlmutter fez um anúncio que rivalizava em importância com a descoberta, pelo Hubble, de que o universo está se expandindo: a expansão do universo está se acelerando! O queixo dos cosmólogos caiu. A mídia logo recebeu a notícia de que algo impressionante havia aparecido, algo que se opunha totalmente a qualquer expectativa. No posfácio da nova edição, de 2010, de seu livro com Roger Penrose, *A natureza do espaço e do tempo*, Hawking conclamou com empolgação a importância dessa revelação estupenda.

Duas equipes de astrônomos fizeram a descoberta independentemente: Perlmutter e seu Projeto de Cosmologia Supernova, do Laboratório Nacional Lawrence Berkeley, na Califórnia, estavam estudando supernovas para ver se a expansão do universo estava desacelerando. E descobriram exatamente o oposto. Era difícil acreditar que não estivessem enganados, mas, em março, outro grupo de pesquisa, este liderado por Brian Schmidt, do Observatório Mount Stromlo e Siding Spring, na Austrália, reportou descobertas semelhantes.

A teoria da inflação previa um universo plano, enquanto esses novos dados pareciam indicar que podemos, em vez disso, ter um universo aberto (o segundo modelo de Friedman, ver figura 6.1), mas outra implicação da descoberta não foi tão ruim para a teoria da inflação. O que Perlmutter encontrou pode ser encarado como a primeira forte evidência observacional de que existe uma força repulsiva agindo no universo, de que o tipo de aceleração da antigravidade que a teoria da inflação sugeria realmente existe. O universo está recebendo um estímulo antigravitacional de outro lugar.

Estaríamos vendo uma evidência da constante cosmológica que Einstein colocara em suas equações da relatividade geral quando ele não acreditava no que elas implicavam? Ela tinha, logicamente, reaparecido. Agora Perlmutter sugeria que existe, sim, uma pequena constante cosmológica positiva, e Hawking e muitos outros concordavam que essa era a explicação mais simples.¹⁴ Mas havia certa insegurança nessa conclusão. As coisas podem não ser tão simples. Talvez exista uma tensão antigravidade mais exótica no universo. Falava-se de uma misteriosa “quintessência” (cujo nome vem de um quinto elemento sugerido por Aristóteles).

A “energia escura” entrou no vocabulário da física para descrever a misteriosa fonte de energia. E a energia, que conhecemos pela equação mais famosa de Einstein, tem uma equivalência com a matéria. Uma sugestão era que, além de matéria ordinária e “matéria escura” (cuja composição ainda é misteriosa, mas cuja presença já foi confirmada), a energia escura pode realmente produzir, com precisão, o universo plano que a teoria da inflação previa. No posfácio da edição de 2010 de *A natureza do espaço e do tempo*, Hawking sugeriu que a presença de quantidade suficiente dessa energia pode até produzir a curvatura positiva necessária para o universo fechado ser consistente com a proposta original de não limite.¹⁵ Entretanto, em 1998, Hawking estava começando a achar que poderia dar mais uma olhada naquela proposta, sob a luz dessa descoberta inesperada.

Em 1998, o presidente Bill Clinton anunciou a série Millennium Evening – oito palestras e exposições culturais a serem realizadas na Casa Branca e transmitidas ao vivo pela internet – e convidou Hawking para ser um dos palestrantes. Sua palestra “Imaginação e mudança: a ciência no próximo milênio” foi o segundo evento da série, em 6 de março. Ele aproveitou a oportunidade para alertar sobre o que via como sérios perigos – grande população e consumo desenfreado de energia. Hawking achava que havia a possibilidade de destruímos toda a vida na Terra ou “decrer para um estado de brutalidade e barbárie”. Também expressou sérias dúvidas de que alguma lei ou proibição interrompa todas as tentativas de redesenhar o DNA humano no próximo milênio. Não importava que a maioria das pessoas aprovasse uma proibição legal da engenharia de genética humana, isso não evitaria que alguém, em qualquer parte do mundo, o fizesse. Talvez por não querer deixar seus ouvintes totalmente devastados, ele encerrou com um clima mais alegre: “Sou um otimista, acho que temos uma boa oportunidade de evitar o Armagedom e uma nova Idade das Trevas”.[16](#)

A América parecia revelar um lado mais escuro e, ao mesmo tempo, um mais jovial de Hawking. De volta à Califórnia em 1999, ele voou de Monterrey, onde estava ficando, para Los Angeles, para fazer a voz de si mesmo em um episódio dos *Simpsons*. Esse evento era de importância vital para ele, como se pode ver pelo fato de que, quando sua cadeira de rodas quebrou, dois dias antes do voo, seu pós-graduando assistente Chris Burgoyne trabalhou 36 horas sem parar para repará-la a tempo. Se Hawking não podia resgatar toda a raça humana do Armagedom, ele poderia ao menos chegar a Los Angeles a tempo para “Salvar o cérebro de Lisa”. A fala mais lembrada do episódio era Hawking dizendo a Homer que sua teoria de um universo em forma de *donut* era “interessante” e que “talvez eu a tenha de roubar”. Hawking perguntou aos produtores se seria possível criar um bonequinho dele. E isso foi para o mercado, tornando-se um sucesso de vendas nas lojas de brinquedo. Hawking (mais uma vez dublando) também resgatou o universo todo em um episódio de *Dilbert* em que uma máquina acidentalmente criava um buraco negro. Dogbert sequestrou Hawking a fim de que este consertasse o espaço-tempo. Não é preciso dizer que o dr. Hawking curou o universo. O próprio Hawking precisou entrar em manutenção naquele ano: uma cirurgia para redirecionar sua laringe, de modo a evitar que a comida caísse em seus pulmões, tornando o ato de comer uma atividade menos arriscada e mais prazerosa.

No final dos anos 1980, quando escrevi pela primeira vez a respeito de Stephen Hawking, parecia inadequado – na verdade, impossível – descrever detalhes da vida pessoal dos Hawking que poucas pessoas conheciam. Todas essas informações ocultas tornaram-se de conhecimento público em 1999, com a publicação de *Music to move the stars*, de Jane Hawking. Ela foi impiedosamente franca em suas memórias da confusão física e emocional de suas vidas e de seu relacionamento com Jonathan Hellyer Jones. Quase ninguém ficou surpreso que o livro de Jane tenha causado alvoroço na mídia, mas todo o furor, aparentemente, foi um choque para Jane. Hawking não fez nenhum comentário público, exceto ao dizer que nunca leu biografias sobre si mesmo. Seu humor sobreviveu, como se vê em sua resposta a um repórter que lhe perguntou a respeito do livro de Jane e que também questionou se ele havia deixado seu DNA como herança para a ciência cloná-lo: “Acho que ninguém gostaria de ter outra cópia de mim”.[17](#)

Hawking aparecera em uma ópera e na televisão, e foi feito um filme sobre ele. Ainda não se tornara personagem de uma peça. Quando recebeu uma prévia do roteiro de *Deus e Stephen Hawking*, de Robin Hawdon, sua reação foi ignorá-lo, esperando que não seguisse em frente, nunca chegando aos palcos. Quando Hawdon incluiu detalhes do livro de Jane, Hawking pensou em impetrar ações legais, mas decidiu que isso só atrairia mais atenção para uma peça que era “estúpida e inútil”.¹⁸ Deus, o papa, a rainha, Jane Hawking, Einstein e Newton também eram personagens. Lucy viu uma apresentação e, ao ver sua família representada no palco, ficou ao mesmo tempo “horrorizada e petrificada”, lutando contra um “desejo insano de subir ao palco e juntar-se a eles”.¹⁹

Enquanto isso, Hawking ampliava seus horizontes para uma direção diferente, a pedido de seu filho Tim, agora universitário em Exeter. Ao contrário de seu irmão mais velho, Tim não seguira os passos de seu pai para a física e estava estudando francês e espanhol, assim como fizera sua mãe. Tim conseguiu deixar seu pai interessado por corridas de Fórmula 1 e até o levou a assistir a shows de rock. Hawking dizia que gostava de alguns, mas saiu de um deles, para o qual os ingressos foram particularmente difíceis de se obter, apenas vinte minutos após começar. Esse fã por toda a vida de Wagner (embora seu sintetizador de voz insistisse em pronunciar “Werner” ou “Wagoner”) ainda conseguia discernir, no rock, o que ele gostava e o que não – e votava com suas rodas.

Um encontro de teorias – não limites e inflação

No final da década de 1990, com o fim do milênio se aproximando, a reputação de Hawking entre seus colegas e como celebridade parecia garantida, mas a proposta de não limite, dele e de Jim Hartle, ainda era controversa. Previa um universo fechado, o primeiro dos modelos de Friedman (ver figura 6.1). Nesse modelo, o universo acabaria sofrendo um colapso, em um Big Crunch. A descoberta de que a expansão do universo está se acelerando e estimativas mais bem informadas da quantidade de matéria e energia no universo estavam, gradualmente, fazendo com que teóricos do fim dos anos 1990 duvidassem da possibilidade de que nosso universo fosse desse tipo. Estava até parecendo possível ser um universo “aberto”, o segundo modelo de Friedman, que se expande para sempre.

Ao mesmo tempo, a teoria da inflação previa que o universo é “plano”, o terceiro modelo de Friedman, ou seja, a quantidade de matéria nele está correta, nada acima e nada abaixo do necessário, para fazer com que o universo se expanda em velocidade suficiente para evitar o colapso. Em 1995, Neil Turok, Martin Bucher e Alfred Goldhaber, da Universidade Estadual de Nova York Stony Brook, escreveram um artigo mostrando que a inflação não excluía necessariamente um universo aberto, expandindo-se para sempre – mas isso não resolvia o problema da proposta de não limite.²⁰

Com sua proposta de não limite prevendo um universo fechado, e a teoria da inflação, um universo plano ou talvez aberto, com as observações tendendo para um aberto, Hawking começou a considerar a possibilidade de unir esses dois modelos. Neil Turok era um bom amigo, e um dia,

acompanhados por xícaras de chá, depois de um seminário em Cambridge sobre inflação aberta, os dois começaram a trocar ideias.

O resultado foi um modelo em que uma partícula de espaço e tempo que parece uma esfera extremamente pequena, irregular, enrugada, em quatro dimensões, inflaria até formar um universo infinito, aberto.[21](#) Como essa partícula teria durado apenas um instante antes de passar por inflação, apenas um fogo de palha, por assim dizer, Hawking e Turok a chamaram de “instanton”. Mas “ervilha” foi o nome que pegou com o público, porque os dois teóricos anunciaram que, embora fosse inimaginavelmente menor que uma ervilha, tinha a massa de uma ervilha (por volta de um grama). A imagem da ervilha também era útil porque a leguminosa é redonda, o que combina bem com a “origem” redonda do universo, onde o tempo era como uma quarta dimensão do espaço, na proposta de não limite. Uma ervilha não é uma singularidade. Não é um ponto de densidade infinita. Nas palavras de Neil Turok:

Pense na inflação como sendo a dinamite que produziu o Big Bang. Nosso instanton é uma espécie de estopim que se acende sozinho e serve de ignição para a inflação. Para ter nosso instanton, é preciso ter gravidade, matéria, espaço e tempo. Tire qualquer desses ingredientes, e nosso instanton deixa de existir. Mas, quando se tem um instanton, ele instantaneamente se transformará em universo infinito, em expansão.[22](#)

Nada existia “fora” do instanton, e nada existia “antes” dele. Tanto no espaço como no tempo, era só isso que havia. Contudo, estavam bem enganadas as sugestões na mídia de que essa teoria mostrava como o universo passou a existir a partir do nada. Ele passou a existir a partir de uma “combinação de gravidade, espaço, tempo e matéria, agrupados dentro de um minúsculo objeto redondo”.[*](#)

Era uma boa tentativa reunir a teoria da inflação, a condição de não limite e evidências observacionais, mas não foi um sucesso imediato com os colegas de Hawking e Turok. Outro problema preocupante era que muitos dos possíveis universos que o modelo previa não tinham qualquer matéria dentro deles. Isso, entretanto, não era impossível para Hawking remediar. Podia-se usar o princípio antrópico e dizer que, na verdade, apenas um dos possíveis universos tinha de apoiar a existência de formas de vida inteligentes.

Vieram críticas daqueles que consideravam a proposta de não limite ainda muito controversa para ser usada fidedignamente como parte de uma teoria significativa. Outros achavam que Hawking e Turok estavam confiando demais no princípio antrópico. Andrei Linde era muito crítico. Para ele, era inaceitável um modelo com universos que incluísse, *na melhor das hipóteses*, por volta de um trinta avos da densidade de matéria atualmente observada em nosso universo. Nem mesmo o princípio antrópico poderia salvá-lo. Hawking e Turok responderam: até então, tinham trabalhado com apenas um modelo muito simples. Um modelo mais realista produziria melhores resultados.

Devido ao interesse público por qualquer notícia que tivesse relação com Hawking, a mídia nos dois lados do Atlântico pegou a divergência e a tratou como se os físicos teóricos estivessem interpretando seu próprio Duelo de Titãs. “Dê uma chance às ervilhas!”,[**](#) bradava a *Astronomy Magazine*,[23](#) enquanto a *Science* demonstrava mais moderação com “A inflação confronta um

universo aberto”.²⁴ O serviço de notícias *on-line* de Stanford, onde Linde era professor, anunciava como uma grande luta: “Hawking e Linde boxeiam pelo nascimento do universo”.²⁵ O nome de Hawking estava à frente naquele título, embora Linde fosse o garoto local, mas talvez o *Stanford Report Online* concluísse que ninguém poderia ser culpado por colocar os nomes em ordem alfabética.

Se Linde algum dia considerara Hawking intimidante, não era mais o caso. Ele considerava Hawking “uma pessoa extremamente talentosa”,²⁶ “um homem brilhante”,²⁷ mas também comentara que a fé de Hawking na matemática beirava a religião²⁸ e que, “às vezes – esta é minha interpretação –, ele acredita tanto na matemática, que faz os cálculos primeiro e depois é que os interpreta”.²⁹ “É preciso se certificar de que se está aplicando corretamente a matemática. Nesse caso, minha intuição diz que ele não o tem feito.”³⁰ Em uma declaração altamente elogiosa, Linde ecoou o que muitos outros disseram a respeito de Hawking: “Considero Stephen meu amigo e espero que permaneçamos amigos depois que isso acabar. Inúmeras vezes, ele surgiu com conclusões surpreendentes que, de início, pareciam estar erradas. Mas, em várias ocasiões, era ele quem estava certo. Em outros casos, estava errado. Vamos ter de aguardar e ver o que acontece dessa vez”.³¹

O artigo no noticiário *on-line* de Stanford foi motivado por um seminário que Hawking deu em Stanford em abril, a convite de Linde. A perspectiva de testemunhar esses dois homens “brigando” trouxe uma multidão gigantesca. Hawking também debateu com Linde e Alexander Vilenkin em novembro daquele ano em Monterrey, Califórnia, dessa vez defendendo o emprego do princípio antrópico com uma confiança que prenunciava o uso mais poderoso que faria dele no futuro: “O universo em que vivemos não colapsou no início nem se tornou quase vazio. Assim, temos de levar em consideração o princípio antrópico: se o universo não tivesse sido adequado para nossa existência, nós não estaríamos aqui perguntando por que ele é da forma que é”.³² No que se refere à proposta de Hawking e Turok, o júri se recolheria para deliberar por um bom tempo.

“Parece claro para mim”

Em dezembro de 1999, na virada do milênio, Larry King, da cnn, foi até Cambridge, no DAMTP, para entrevistar Hawking, que cuidadosamente programou as respostas às perguntas predeterminadas em seu computador, a fim de evitar qualquer atraso. A entrevista foi transmitida no dia de Natal. Quando Larry King perguntou-lhe como pretendia celebrar aquele Ano-Novo especial, Hawking respondeu que iria a uma festa à fantasia cujo tema era a série *Os Simpsons*, vestido de Stephen Hawking. Isso não exigia uma fantasia.^{[1](#)}

O milênio recebeu um Hawking jogando nos times principais. Juntou-se aos iluminados internacionais – entre eles o arcebispo Desmond Tutu – para assinar uma “Carta para o terceiro milênio sobre deficiência física”. Em maio de 2000, ele discordou do príncipe Charles, que se opunha a alimentos geneticamente modificados; e, em agosto, gravou uma participação em uma homenagem televisiva ao candidato a presidente norte-americano Al Gore, que seria apresentada na Convenção Nacional dos Democratas nos Estados Unidos.

Seus compromissos de palestras para audiências que superavam a casa do milho continuavam a levá-lo mundo afora, para a Coreia do Sul, para Mumbai e Nova Déli, na Índia, para Granada, na Espanha. Fez uma palestra na Caltech em homenagem ao 60º aniversário de Kip Thorne, a “KipFest”, em junho de 2000; e outra em Cambridge, que levantou milhares de libras esterlinas para construir uma ampliação da Newnham Croft Primary School. No verão de 2001, um novo documentário, *The real Stephen Hawking*, foi transmitido na BBC4. Hawking chamou a atenção para a necessidade de novas tecnologias para os deficientes físicos e concordou em divulgar a cadeira de rodas Quantum Jazzy 1.400. “Meus enfermeiros ficarão em forma tentando me acompanhar”, brincou, e isso não era nenhum exagero.

Eles de fato tentavam “acompanhá-lo”. Uma viagem para o exterior era, e é, como um movimento de infantaria: no mínimo são Hawking, seu pós-graduando assistente, um enfermeiro, dois cuidadores. A quantidade de equipamento e bagagem que os acompanha fora pródiga desde os anos 1980, quando ele começou a viajar com o computador e o aparato por meio do qual se comunica. Joan Godwin, que inspecionava o transporte de toda essa parafernália para lá e para cá, viajando o mundo diversas vezes, diz que inclui as malas normais de roupas, o equipamento de sucção, vital para manter aberta a passagem de ar, e uma mala preta extremamente pesada contendo tudo que possa ser necessário caso ocorra alguma emergência. Seu assistente leva consigo ferramentas, equipamentos e peças de reposição, para reparos de manutenção e emergência, da cadeira de rodas e do computador. Não é de surpreender que esses

itens, às vezes, se perdessem no meio do caminho. Godwin recorda-se da crise e das compras emergenciais que tiveram de fazer quando a mala com todas as roupas de Hawking fora deixada de lado pelos maleiros do aeroporto e nunca chegara a seu destino, onde ele se encontraria com Bill Gates. Em outra ocasião, quando ela não o acompanhava na viagem, Joan recebeu um telefonema alucinado da equipe, que estava no outro lado do mundo. O equipamento de sucção ficou preso num carro cujas chaves foram perdidas. O que podiam fazer?

Desde a virada do milênio, sempre que possível, Hawking viaja em jatinhos particulares. Em voos comerciais, a cadeira precisava viajar dentro da aeronave, caso contrário, era necessário aguardar a evacuação do avião e do bagageiro para então tirar a cadeira do compartimento e levar até ele. Chegou até a acontecer de a cadeira ter seu próprio assento na primeira classe. Os controles de segurança eram um problema eterno, porque a cadeira não conseguia passar pelo detector de metais. Na maioria das vezes, ninguém insistia em revistá-lo. E não apenas aviões representavam um desafio. Precisavam ser feitos complicados arranjos especiais para o trem-bala no Japão demorar trinta segundos mais em sua parada.

Pouco tempo depois da virada do milênio, parte da mesma imprensa que descrevia, animadamente, todas essas idas e vindas e as aparições públicas e honorárias de Hawking parecia da mesma forma ávida para divulgar rumores de que Stephen vinha sofrendo um misterioso abuso físico. Quando a polícia de Cambridge iniciou uma investigação, Hawking resolutamente se recusou a participar disso. Ele não admitiu as preocupações, às vezes desvairadas, de funcionários e da família, e deixou bem claro, para a polícia e todas as outras pessoas, que não queria ninguém interferindo na vida dele e de sua esposa. Investigações intermitentes, boatos e inquéritos policiais de colegas, funcionários e familiares a respeito da suposta série de “lesões inexplicáveis”, algumas delas até representando risco de morte, seguiram-se por cinco anos até que, em março de 2004, a polícia desistiu da investigação.

P-branas não são tão tolas

Na virada do milênio e nos anos que se seguiram, Andrei Linde e seus colaboradores trabalharam para conectar a teoria de cordas com o multiverso da inflação eterna, enquanto Hawking e alguns alunos e ex-alunos de pós-graduação uniam suas cabeças (quando a de Hawking não estava em algum ponto remoto do mundo) para alinhar a proposta de não limite com uma ideia relativamente nova chamada teoria de “branas”. Também continuavam a pesquisar os buracos negros sob a luz da teoria de branas.

O nome “p-brana” foi cunhado por Peter Townsend, um colega de Hawking no DAMTP que realizava um trabalho fundamental sobre essas extravagâncias teóricas. O “p” em p-brana pode ser qualquer número, e este indica quantas dimensões tem a “brana”. Se $p = 1$, temos uma 1-brana. Tem uma dimensão, comprimento. É uma corda. Se $p = 2$, temos uma 2-brana. Tem duas dimensões, comprimento e largura. É uma folha ou membrana. Seguindo nessa linha, podemos definir que o infame e mortal “cubo gelatinoso” de alguns jogos de aventura deve ser uma 3-brana – embora isso não faça parte da teoria. Também são possíveis números mais altos para p ,

mas esses são mais difíceis de imaginar. O esquema é remanescente de uma ideia que surgiu no século V a.C., com os pitagóricos, e foi mais tarde aproveitada por Platão, de que o mundo é criado em uma progressão: ponto, linha, superfície, sólido. Platão especulava que devia haver mais dimensões na progressão depois disso, mas essas eram todas as necessárias para termos o mundo que conhecemos.² Teóricos de p-branas moderna são muito menos contidos em relação a levar em conta essas dimensões extras.

P-branas podem absorver e emitir partículas, da mesma forma que os buracos negros. Pelo menos para certos tipos de buracos negros, o modelo de p-branas prevê a mesma taxa de emissão que o modelo de pares de partículas virtuais de Hawking.

As p-branas fornecem uma espécie de espaço de armazenamento de informações que caem dentro de um buraco negro, mas podem fazer mais do que isso: a informação, eventualmente, *emerge* na radiação proveniente das p-branas. Considerando essa possibilidade, Hawking pensava mais uma vez na implicação do princípio da incerteza de Heisenberg, de que toda região do espaço deve ser cheia de buracos negros que aparecem e desaparecem tão rapidamente quanto os pares de partículas na radiação Hawking. Essas pequenas fendas engolem partículas e informações. Certamente, são centenas de trilhões de vezes menores do que o núcleo de um átomo. “Mordiscar” talvez seja uma palavra melhor, e é por isso, de acordo com Hawking, que as leis da física ainda parecem deterministas para o dia a dia. Entretanto, isso não significa que a perda de informação não seja algo sério. Poderiam as p-branas auxiliar?

Depois do anúncio de Hawking, em 1981, de que se perdem informação do universo dentro de buracos negros, a controvérsia sobre o paradoxo da informação continuara, embora – surpreendentemente, dada a significância da questão para a física – não em um nível que parecesse incomodar ou provocar Hawking, já que seu pensamento voltava-se para outros assuntos. Alguns perguntavam se ele não estaria simplesmente sendo teimoso, preferindo ignorar argumentos interessantes que contradiziam suas ideias, recusando-se a seguir em frente e participar da discussão. Outros temiam que ele apenas não estivesse bem para responder de maneira vigorosa e expressiva. Para ele, parecia que tinha comunicado um veredicto inatacável, ainda que fosse um veredicto desventurado, e nenhum dos argumentos que escutava era significativo para trazê-lo à ação.

Contudo, o chefe não estava dormindo. Ele soube da proposta de Susskind em 1993; e a sugestão de p-branas para resolver o paradoxo da informação, que partiu, em 1996, dos físicos Andrew Strominger e Cumrun Vafa, definitivamente chamou-lhe a atenção. Hawking e seus colegas consideraram essa a solução para o problema da perda de informação e tinham esperança nisso. O gigante movimentou-se um pouco em seu covil, mas logo se virou e continuou não convencido. Hawking manteve-se firme. Perde-se para sempre informação dentro de buracos negros. As p-branas – ainda que sejam interessantes por outros motivos – não eram a resposta. Todavia, quando Hawking encerrou uma palestra com a frase “o futuro do universo não é totalmente determinado pelas leis da ciência e seu estado atual, como achava Laplace; Deus ainda tem alguns truques na manga”, e o último slide de um desenho mostrando um ancião barbudo com um sorriso enigmático, escondendo cartas nas mangas de sua capa, imaginava-se... seriam aquelas cartas 2-branas?

Uma pré-história da “casca de noz”

A primeira vez que vi ou ouvi falar de *O universo numa casca de noz* foi por um maço de páginas datilografadas, enviadas para mim por Ann Harris, editora de Hawking na Bantam, em Nova York, no verão de 2000. Havia impressões de palestras e artigos gerais e científicos, a maioria deles recentes, alguns fáceis de entender, outros cheios de equações e a linguagem da física, repetindo certas partes um do outro e, de vez em quando, de livros anteriores de Hawking – não parecia um livro coerente. Ali estavam a teoria de cordas, a teoria-M, tempo imaginário, somas sobre histórias, o paradoxo da informação, o princípio holográfico, dimensões extras, sem mencionar resumos de temas mais básicos, como mecânica quântica, relatividade geral, buracos negros e o Big Bang. Era uma enormidade de material e definitivamente não estava em uma casca de noz... ainda. Ann Harris queria saber se era possível formar um livro a partir daquilo. Stephen Hawking era uma das joias da coroa dela e da Bantam. Era inimaginável enviar o original de volta para ele e dizer que não podia ser publicado.

Concordei em dar uma olhada naquele material e logo me vi totalmente absorvida. Para Ann, fiz comentários nas margens – “Ele está dizendo aqui que...”, ou “técnico demais”, ou “possível de entender”, ou “já disse isso na p. 33” – e criei um mapa mostrando como as várias peças e as peças das peças podiam ser arrumadas e conectadas para que se transformassem em capítulos de um livro. Ann Harris me colocou num avião com a ideia de “ajudar Hawking a tornar o livro mais simples, para que as pessoas comuns conseguissem entendê-lo”. “Pessoas comuns” não eram problema. Eu era uma delas.

Pelo que se viu depois, Stephen Hawking estava adiantado em relação a Ann Harris e a mim. Ele tinha um plano perfeito para organizar esse livro. A estrutura não linear era intencional. Haveria capítulos separados, cada um com um tópico diferente, que poderiam ser lidos em qualquer ordem, depois de se adquirir conhecimento sobre breves fundamentos do material essencial. Minha tarefa passou a ser suavizar as irregularidades nos níveis de dificuldade dos capítulos e indicar onde era preciso trabalhar para o texto tornar-se acessível a leitores gerais inteligentes. Hawking decidiu aproveitar a oportunidade para estender-se novamente em algumas opiniões sobre questões controversas além da esfera da ciência. Após muitos meses de comunicação por e-mail, trabalhamos juntos por duas semanas em seu escritório em Cambridge. Também conosco estava Philip Dunn, um ilustrador fantástico do Book Laboratory and Moonrunner Design. De início, preocupei-me com a precisão científica dos desenhos, mas, no fim, suas imagens tornaram *Casca de noz* o mais inovador em termos de ilustração de todos os livros de Hawking.

Não é Silver Street

Por volta do ano 2000, *houve* uma mudança dramática no DAMTP. Embora o novo complexo, ultramoderno, chamado Centro de Ciências Matemáticas, só fosse ficar pronto em 2002, o DAMTP

já tinha se mudado para lá, saindo do velho prédio na Silver Street, quando vim trabalhar com Hawking em *O universo numa casca de noz*. Em vez de atravessar os fundos e o rio Cam para chegar ao novo complexo, de onde eu estava hospedada, em Clare Hall, andava na direção oposta, afastando-me do centro velho de Cambridge, através de uma zona residencial de elite da cidade, na direção do Novo Laboratório Cavendish, mas não muito longe. O novo Centro de Ciências Matemáticas ainda estava sendo construído, mas já parecia algo saído de *Jornada nas estrelas*, com exceção do telhado “verde” (literalmente, por ser coberto de grama) em uma parte. Eu não podia mais entrar direto. Era preciso ser buscada na recepção por Karen Simes, assistente pessoal de Hawking, que eu não conhecera antes.

O novo escritório de Hawking representava uma grande melhora em relação ao antigo, na Silver Street. Era espaçoso, acarpetado, moderno, iluminado por dois grupos de janelas. Um “escritório de canto”. Havia espaço não apenas para sua escrivaninha, computadores, estantes de livros e uma lousa, mas também para um sofá felpudo, cadeiras e uma mesinha de café para convidados, tudo numa cor tranquilizante. Marilyn Monroe observava o espaço de seu retrato emoldurado e pálido, muito mais sofisticado do que aquele que eu lembrava ter visto em Silver Street. A maioria das fotos sobre a escrivaninha e as prateleiras era de William, o menininho de Lucy, neto de Hawking. As janelas davam para o gramado dois andares abaixo e para a próspera zona residencial que rodeava o complexo. Pelo que me disseram, a vista não duraria muito, pois o Centro ainda estava sendo construído e logo incluiria outro “pavilhão” a alguns metros da janela. Todavia, o panorama era uma melhora considerável em relação ao velho estacionamento e ao muro de tijolos brancos.

Parecia uma grande perda, contudo, que a única sala no novo complexo vagamente comparável à sala social de Silver Street fosse um enorme refeitório, que ficava a uma boa distância – através de corredores, rampas externas e pontes – do escritório de Hawking. Com seu tamanho e distância, ela não transmitia o mesmo conforto que a velha e maltrapilha sala social para escrever equações nas mesas e realizar seminários informais de improviso para acompanhar o chá ou café às quatro da tarde. Essa situação teria de ser remediada.

O prédio, entretanto, era impressionante em suas maravilhas técnicas. As venezianas subiam e desciam sem necessidade de intervenção humana, em resposta à intensidade de luz. Também desciam à noite, devido às reclamações de residências vizinhas de que o tamanho e o brilho dessa monstruosidade ultramoderna davam a impressão de que não mais precisávamos nos perguntar se existe vida extraterrestre... certamente, os ETs tinham pousado do outro lado da rua. O prédio também “respirava” de vez em quando; papéis se agitavam quando o ar era sugado automaticamente por meio de aberturas, portas e janelas.

Apesar de toda essa modernidade e inovação, os sons dos cliques da caixinha que Hawking segurava, as palavras cintilando na tela e a voz sintética eram exatamente os mesmos que eu recordava. Alguns enfermeiros me eram conhecidos.

Embora eu estivesse me comunicando com Hawking por e-mail havia vários meses antes de retornar a Cambridge, foi um alívio descobrir, pessoalmente, que nem a mudança para o novo prédio, tampouco suas ininterruptas viagens pelo mundo e a transformação em celebridade, nem o fato de ter se tornado avô, muito menos as mudanças em sua vida pessoal o impediram de

seguir em frente, bem com o trabalho que amava e ao qual devotara tantos anos de sobrevivência inesperada e triunfante. O chefe ainda estava acordado. Nossas conversas não eram, logicamente, bate-papos. Usando seu aparelho portátil, ele obrigava o cursor a uma perseguição implacável na tela por cada palavra, passando por meias telas e linhas cheias de palavras, e finalmente para tentar capturar a própria palavra, muitas vezes deixando-a escapar, e o processo tinha de ser reiniciado. Sabia que tinha de resistir à tentação de completar as frases por ele, mesmo quando tinha certeza do que ele ia dizer. Isso seria rude, e ele poderia muito bem seguir em frente e completar a sentença, sem dar importância ao que eu dissesse. Assim, eu ficava aguardando, observando, torcendo para o cursor capturar a palavra. “Vamos lá!... Ali!... pegou... ah, não!” Às vezes, ficava segurando meu punho para não interrompê-lo. Havia expletivas programadas em suas listas de frases? Não sei. Após alguns minutos de frustração no início das duas semanas, eu me acalmei. Era necessário seguir seu ritmo, ter paciência e permitir que as coisas acontecessem como ele queria. Ele não se frustrava – ou talvez sim, mas não dava demonstrações.

Nosso trabalho conjunto em *O universo numa casca de noz* consistia principalmente em que eu apontasse os parágrafos, sentenças e às vezes pedaços maiores do manuscrito que achava que precisavam ser escritos em uma linguagem mais simples. Eu já havia preparado textos alternativos, mas, em todos os casos, ainda que escutasse minhas sugestões, ele insistia em fazer as alterações com suas próprias palavras. Por vezes, meu comentário “acho essa sentença difícil demais, Stephen” produzia o velho sorriso de Hawking, uma tempestade de cliques e palavras cintilando e a resposta “parece bem clara para mim”. Mesmo assim, ele tentava remediar o problema, arduamente traduzindo a linguagem da física teórica para a língua das “pessoas comuns”. Às vezes, quando a nova versão ainda não parecia suficientemente simples, eu apelava para “desculpe-me, mas eu não consigo entender isso”, mesmo que achasse que conseguia. Ele respondia: “Vou deixar mais simples, então”, e o fazia.

Uma das sugestões mais interessantes de *O universo numa casca de noz* era que talvez vivamos em uma superfície quadridimensional dentro de um espaço-tempo dimensional mais alto. Essa superfície recebera o nome de “mundo brana”.

Se vivêssemos nessa situação, tudo em nosso próprio mundo brana quadridimensional, que normalmente chamamos de “o universo” – matéria e luz, por exemplo –, se comportaria exatamente da maneira que achamos que se comporta no universo que conhecemos, com exceção da gravidade. A gravidade (vista como o espaço-tempo curvado da relatividade geral) se espalharia por todo o espaço-tempo de mais alta dimensionalidade, e por isso a veríamos se comportando de maneira estranha. Por um lado, aumentando-se a distância, ficaria fraca mais rapidamente do que vimos acontecer.

Ali havia um obstáculo, pois, se a força gravitacional caísse mais rapidamente conforme a distância, os planetas não poderiam orbitar da maneira como o fazem. Eles cairiam dentro do Sol ou escapariam para o espaço interestelar. Não vemos isso acontecendo. No entanto, suponhamos que as dimensões extras não se espalhem para muito longe, mas terminem em um outro mundo brana bem próximo de nosso mundo brana – um mundo brana escuro que não poderíamos ver porque a luz, como dissemos, seria confinada a seu próprio mundo brana e não

se espalharia pelo espaço entre os mundos branas. Poderia estar a apenas um milímetro de nós, mas seria indetectável, porque esse milímetro é medido em uma dimensão espacial extra. Imaginemos uma analogia em um mundo bidimensional: existem insetos em um pedaço de papel, com outro pedaço de papel flutuando por perto e paralelo a ele. Os insetos não têm consciência do outro pedaço de papel, porque não podem conceber uma terceira dimensão de espaço. Conhecem apenas as duas dimensões do pedaço de papel. Se as dimensões extras terminassem nesse mundo brana escuro, então, para distâncias *maiores* do que a separação entre os mundos branas, a gravidade não seria capaz de espalhar-se livremente. Assim como as outras forças da natureza, nós a veríamos efetivamente confinada a nosso mundo brana, e ela perderia força conforme a distância, assim como era esperado – à velocidade correta para órbitas planetárias.

Entretanto, haveria pistas reveladoras. Para distâncias *menores* do que a separação entre mundos branas, a gravidade variaria mais rapidamente, e essas variações apareceriam em medidas do minúsculo efeito gravitacional entre objetos pesados que estão a distâncias muito curtas um do outro.

Existem outras implicações interessantes: um mundo brana “oculto” próximo seria invisível para nós, porque a luz proveniente daquele mundo brana não poderia se espalhar para o nosso, mas sentiríamos e observaríamos os efeitos gravitacionais da matéria naquele brana vizinho. Esses efeitos nos seriam misteriosos, porque pareceriam ter sido produzidos por forças que não conseguimos detectar de forma alguma, exceto por meio de sua gravidade.

Essa seria a explicação por trás do mistério da “massa faltante” ou “matéria escura” na astrofísica? Para estrelas, galáxias e aglomerados de galáxias estarem situados onde estão e se moverem da forma como se movem, é preciso haver muito mais matéria no universo do que podemos observar em qualquer parte do espectro eletromagnético. Seria possível estarmos observando a influência gravitacional da matéria em outros mundos branas?

Há outros modelos de mundo brana além daquele que envolve branas ocultas, e as especulações sobre as implicações dos modelos se estenderam para muitos assuntos que são de enorme interesse para Hawking, como buracos negros, radiação no horizonte de eventos, evaporação de buracos negros, ondas gravitacionais, a fraqueza relativa da gravidade em comparação com as outras forças da natureza, a origem do universo e sua história no tempo imaginário, teoria da inflação, o comprimento de Planck e a proposta de não limite.

Qual é a aparência da proposta de não limite quando vista pela perspectiva do mundo brana?

Nosso mundo brana teria uma história no tempo imaginário que seria como uma esfera quadridimensional, isto é, como a superfície da Terra, mas com duas dimensões a mais. Até aqui – caso tenha lido os capítulos anteriores deste livro –, isso deve soar familiar. A diferença é que, na proposta original de não limite, não havia nada “dentro” da esfera em expansão, o “globo do mundo” que Hawking nos pediu para imaginar. Não é esse o caso na nova versão do mundo brana. Dentro da bolha existe um espaço dimensional mais alto, e o volume desse espaço, como se pode imaginar, aumenta conforme o mundo brana se expande.

No tempo cronológico que vivemos, nosso mundo brana se expandiria com uma fase inflacionária semelhante à descrita pela teoria da inflação. O cenário mais provável seria aquele

em que se expandiria para sempre a uma taxa inflacionária, nunca permitindo a formação de estrelas e galáxias. Mas não poderíamos existir em um mundo brana assim, e é óbvio que existimos. Assim, o princípio antrópico nos obriga a descobrir se o modelo do mundo brana oferece outros cenários menos prováveis, porém não impossíveis. E oferece. Descobrimos que há histórias no tempo imaginário que poderiam corresponder ao comportamento real do tempo em que o mundo brana tinha uma fase de expansão inflacionária em aceleração apenas no começo, mas que logo desaceleraria. Depois disso, poderiam ter se formado galáxias e se desenvolvido vida inteligente. Isso soa mais familiar.

A sugestão mais fascinante que tem relação com branas foi inspirada por nosso conhecimento de holografia. Lembremos a proposta de Leonard Susskind sobre a forma como a holografia pode ser aplicada a buracos negros. Na holografia, informações sobre o que acontece em uma região do espaço-tempo podem ser codificadas em seu limite. Hawking nos deixa com a dúvida: apenas podemos *acreditar* que vivemos em um mundo quadrimensional porque somos sombras projetadas na brana pelo que está acontecendo no interior da bolha?

O trabalho sobre O universo em uma casca de noz continuaria por mais alguns meses por e-mail, ajustando a edição, mas, de modo geral, aquelas duas semanas que passei em Cambridge serviram para finalizá-lo. Foi um trabalho empolgante, mas também tenso. Quando saí do estacionamento do Centro de Estudos Matemáticos na última noite, fiz uma celebração silenciosa e, enfim, me permiti esticar o braço em comemoração. Conseguimos! Eu sobrevivera. E Stephen Hawking também.

Jantar na Caius

Numa noite fria de novembro, durante aquelas duas semanas em Cambridge, fui de van, acompanhando Stephen Hawking, para um jantar na Caius College. O veículo parou onde a King's Parade vira a Trinity Street, entre o Senado e a Greater St. Mary's Church e de frente para Gonville e a Caius. O enfermeiro que nos conduziu do Centro de Estudos Matemáticos pisou no freio, deixou os faróis acesos e veio para o lado do passageiro para soltar as amarras pesadas que prendiam Hawking e sua cadeira de rodas, onde normalmente ficaria o assento do carona. Eu, a única passageira no banco de trás, saí do caminho e aguardei na rua, já que soltar a cadeira de rodas era trabalhoso e exigia espaço para a manobra. Os onipresentes ciclistas de Cambridge esquivaram-se, com reflexos rápidos, de mim e da van. Logo eles também tiveram de desviar da rampa de metal que se projetou pela porta e permitiu que Hawking, protegido do vento frio, guiasse sua cadeira com tranquilidade para o pavimento.

Ele seguiu em frente em um ritmo majestoso e lento através de Gonville e do portão da Caius e passou por três jardins até a porta que dava no saguão. Depois de todos esses anos, e com todo o seu sucesso na causa do acesso aos deficientes físicos, ainda não havia uma maneira conveniente de Hawking chegar à sala dos professores sêniores e ao saguão de sua faculdade. Havia espaço no minúsculo elevador para ele e seu enfermeiro. Ele instruiu a mim e a meu marido, que nos encontrara no portão, como subir por outro caminho. Reunimo-nos com Stephen

enquanto ele serpenteava por cozinhas e salas que não estão no circuito turístico, embora boa parte da Caius seja antiga e bonita. Na sala dos professores sêniores, repleta de almofadas, um fogo estava aceso, e professores cumprimentaram Hawking de um modo que indicava que o conheciam bem e já não mais se surpreendiam com sua presença nem ficavam chocados ou impressionados com sua deficiência ou suas conquistas. Alguns deles são tão famosos quanto ele em seus campos acadêmicos, ainda que não tenham tanta notoriedade internacional. Para eles, ele é simplesmente Stephen.

Depois do xerez, todos seguiram para o saguão e sentaram-se à mesa principal, um degrau acima do nível das compridas mesas repletas de alunos de graduação barulhentos – pois a Caius é uma faculdade que ainda leva a sério o compromisso de jantar no saguão. Os alunos de pós-graduação comiam um pouco mais calmamente na galeria dos menestréis, mas sem os menestréis. Entre o agradável ressoar de garfos e facas nas porcelanas da faculdade, o ruído das jovens vozes, erupções ocasionais de gritos e gargalhadas exaltadas e as vozes mais controladas dos professores, comemos e bebemos um bom vinho das adegas da faculdade. O enfermeiro de Stephen Hawking amarrou um enorme babador em seu peito e o alimentou, enquanto ele clicava seu equipamento manual e, por meio do computador, discutia política internacional com meu marido.

O saguão é repleto de retratos de professores eminentes da Caius. Próximo do centro, pendurado com destaque, há uma pintura moderna de Hawking. Por séculos, homens (e, mais recentemente, mulheres) saíram daquela faculdade e daquelas mesas compridas e redondas para dar aulas, para continuar pesquisas, para ganhar dinheiro, para mudar o mundo. Comemos, como eles fizeram, com aquela estranha amálgama do novo, do antigo, do extraordinário, do comum, do inexperiente, do venerável. A ocasião foi um pouco como jantar em um acampamento de verão, em uma sala que, por acaso, tinha centenas de anos e era incongruentemente bonita. Nesta geração, a Caius colocou em seu caminho um dos homens mais extraordinariamente diferentes de nosso tempo – a quem todos lá parecem considerar apenas mais um campista.

Durante as duas semanas que passei no escritório de Hawking, no outono de 2000, trabalhando com ele em *O universo numa casca de noz*, em geral eu chegava ao DAMTP antes dele e o aguardava à moderna mesa curva entre a porta de sua sala e a passagem do elevador nesse ultramoderno “espaço”. Toda vez que as portas do elevador se abriam e sua cadeira surgia, parecia, para mim, que havia uma minúscula, porém profunda, alteração na sensação de realidade, exigindo uma leve readaptação de minha parte. Mesmo depois de eu aprender a esperar isso, não conseguia evitar a impressão de que um pedaço de outro mundo – estranho para mim, devido ao intelecto superior e a sua deficiência, mas também por uma força de vontade que nunca vi em nenhum outro lugar – estava se movendo, em progressão lenta e inexorável, através de nosso espaço e tempo, da pequena passagem para a porta do escritório, quase passando por cima dos meus pés.

A voz mecânica dizia “Bom dia” ou perguntava “Como você está?”, ou algo assim... e o dia de trabalho de Hawking começava.

PARTE IV

2000-2011

“Um horizonte de possibilidades em expansão”

Numa declaração de janeiro de 2000, parte de uma entrevista para o milênio focada em suas previsões sobre o que o futuro reservara para a raça humana, Hawking resumiu seus pensamentos sobre a questão da engenharia humana. Os seres humanos, falou, não apresentaram qualquer mudança significativa em seu DNA ao longo de dez mil anos. Mas em breve não precisarão mais aguardar que a evolução biológica faça as alterações por ele – e não o farão. Nos próximos mil anos, provavelmente seremos capazes de redesenhar totalmente nosso DNA, aumentando o tamanho de nosso cérebro. Não importa que se coloquem impedimentos para a engenharia genética de humanos, ela sempre será permitida em animais e plantas, por motivos econômicos, “e alguém acabará testando em seres humanos, a não ser que tenhamos uma ordem mundial totalitária. Em algum lugar, alguém melhorará os humanos. Não estou advogando a favor da engenharia genética humana. Estou apenas dizendo que é provável que aconteça e que devemos pensar em como lidar com isso.”¹

Um ano e meio depois, ele havia mudado de ideia. Em uma entrevista dada logo após o 11 de Setembro, ele falou para a revista alemã Focus que era muito aconselhável que os seres humanos modificassem seu DNA a fim de evitar que fossem deixados para trás por computadores superinteligentes que poderiam acabar governando o mundo.² Existe mesmo a possibilidade de os computadores ficarem tão inteligentes assim? Hawking comentara, antes, que computadores são “menos complexos do que o cérebro de uma minhoca, uma espécie que não é famosa por seus poderes intelectuais”.³ Mas achava que, “se moléculas químicas muito complexas conseguem agir em seres humanos para torná-los inteligentes, então circuitos eletrônicos igualmente complexos também conseguem fazer computadores agir de maneira inteligente”.⁴ E os computadores inteligentes, então, projetarão computadores ainda mais inteligentes e complexos.⁵

Sua nova posição era controversa, mas foi rapidamente esquecida diante dos ataques do 11

de Setembro. As entrevistas que inevitavelmente se seguiram depois disso – pois a mídia acreditava que Stephen Hawking tinha sábias palavras a oferecer sobre outros assuntos além da física – deram-lhe a oportunidade de introduzir outra questão que vinha considerando. Ele falou a um entrevistador do *Daily Telegraph*: “Embora o 11 de Setembro tenha sido horrível, ele não ameaçou a sobrevivência de toda a raça humana. O perigo é, seja por acidente ou intencionalmente, criarmos um vírus que nos destrua”.⁶

Hawking alertou que deveriam ser criados planos, o mais rápido possível, com o objetivo de longo prazo de colonizar o espaço de modo a garantir a sobrevivência da raça humana. Não se tratava de uma ideia imediata, que logo seria esquecida. Já na entrevista para a virada do milênio, ele previra um voo tripulado, “ou deveria dizer personificado”, para Marte ainda neste século. Mas essa seria apenas a primeira parada. Marte não é adequado para humanos habitarem. Precisamos aprender a viver em estações espaciais ou viajar para a estrela seguinte, e essa jornada, ele tinha certeza, não aconteceria no século XXI. Como não conseguimos viajar mais rapidamente do que a luz (não importa o que alegue a ficção científica), a jornada seria lenta, chata e árdua. Hawking voltaria ao conselho de se colonizar o espaço no livro infantil que escreveria com sua filha Lucy alguns anos depois. Essa necessidade parecia bem urgente para ele, já que tentava impregnar a mente das crianças que tomariam as decisões no futuro.

Nem todo mundo gostava de pronunciamentos como esse sobre questões fora de seu campo de *expertise*. A maioria dos críticos de Hawking não o chamava de “errado”, mas de “inocente”. Sir Brian Pippard, um físico importante do século XX, certa vez pediu desculpas por si e por seus colegas, por ser “inclinado a acreditar que seu conhecimento os absolve da obrigação de estudar outros campos de conhecimento antes de contribuir com sua própria migalha de sabedoria”.⁷ Hawking talvez pudesse ser considerado culpado, mas sabia que tinha uma oportunidade de ouro para atingir o público com ideias que considerava realmente importantes e que deveriam ser escutadas. Era bem possível que ele tivesse um bom respaldo para influenciar políticas públicas.

A Teoria de Tudo revisitada

Em sua palestra inaugural lucasiana, em 1980, Hawking anunciara que o candidato mais promissor para unificar as forças e partículas era a supergravidade $N = 8$. Em 1990, ele me contou que suspeitava que fossem as supercordas, com sua proposta de não limite respondendo à pergunta sobre as condições-limite do universo. Agora, o fim do milênio chegara e passara. E a física teórica não acabara. Ainda não havia uma Teoria de Tudo. Em abril de 2000, Hawking disse a um repórter que “ainda acho que há uma chance de 50 por cento de que encontraremos uma teoria unificada completa nos próximos vinte anos”⁸ – uma previsão muito mais modesta e dúbia do que a que fizera em sua palestra lucasiana.

Conforme os meses iam passando, Hawking limitava ainda mais suas apostas. Estava reconsiderando um dos propósitos principais de sua carreira científica, começando a suspeitar que a teoria fundamental, unificada – se ela realmente existir – está em um nível que nunca será acessível para nós. Nossa percepção sempre parecerá uma colcha de retalhos, com diferentes

teorias sustentando-se em diferentes regiões, concordando apenas em certas áreas sobrepostas. Se for esse o caso, seria imprudente ver o que parecem ser inconsistências entre as teorias como um sinal de que são fracas ou incorretas. O que conseguiríamos descobrir a respeito do universo seria inevitavelmente algo como um quebra-cabeça em que não é muito difícil “identificar e encaixar as peças dos cantos” – supergravidades e as teorias de cordas –, mas do qual nunca poderemos “ter uma ideia melhor do que acontece no meio”.⁹ Em uma palestra para a Celebração Centenária de Paul Dirac, em Cambridge, em julho de 2002, ele falou: “Algumas pessoas ficarão muito desapontadas se não houver uma teoria suprema que possa ser formulada com um número finito de princípios. Eu era membro desse grupo, mas mudei de ideia”.¹⁰

Hawking pediu ao público que se recordasse do matemático austríaco Kurt Gödel, que, em 1931, mostrara que a matemática era “incompleta” porque, em qualquer sistema matemático complexo o suficiente para incluir a adição e a multiplicação de números inteiros, há proposições que podem ser afirmadas – e que até podemos ver que são verdadeiras –, porém não podem ser provadas ou refutadas matematicamente dentro do sistema. Hawking achava que o mesmo podia valer para a física, que existem coisas que são verdadeiras, mas que não podem ser provadas. Kip Thorne falara sobre a mudança na forma de trabalhar de Hawking, de uma insistência por uma prova matemática rigorosa para uma busca não pela certeza, mas por “alta probabilidade e rápida movimentação na direção do objetivo principal de entender a natureza do universo”.¹¹ Hawking dera saltos intuitivos, esperando que outros preenchessem as lacunas que deixava para trás. Estaria agora prestes a se tornar ainda mais ousado, alertando seus seguidores para a impossibilidade de provar algumas coisas que ele tinha certeza de que eram verdadeiras? Não, mesmo ele precisava juntar-se à raça humana à beira de um precipício que ninguém conseguia cruzar. Nossas teorias são inconsistentes ou incompletas, falou, porque “nós e nossos modelos fazemos parte do universo que estamos descrevendo... Teorias físicas são autorreferentes”.¹²

A nova e ainda esquiwa candidata, sobre a qual falara em sua palestra pelo Centenário de Dirac, não era “uma teoria suprema, que poderia ser formulada com um número finito de princípios”, mas talvez fosse o melhor que conseguíssemos realizar. Era a teoria-M. Uma versão particularmente interessante dessa teoria incorporava a teoria de branas que Townsend sugerira. Lembremos, de nossa discussão a respeito de p-branas, que, quando $p = 1$, isso é uma corda. Assim, as cordas podiam agora ser consideradas membros do grupo maior que Townsend nomeara p-branas. Hawking não estava, de maneira alguma, jogando pela janela a supergravidade e a teoria de cordas, seus dois candidatos antes favoritos para a Teoria de Tudo. As cinco teorias de supercordas mais promissoras podiam ser agrupadas em uma família de teorias que também incluiria a supergravidade. As teorias de supercordas e de supergravidade eram peças da “colcha de retalhos”, úteis para considerar diferentes situações, mas nenhuma delas se aplicava a *todas* as situações. A inesperada rede de relacionamentos que os físicos descobriram entre elas levaram à suspeita de que essas teorias são todas, na verdade, expressões diferentes de uma teoria mais profunda, subjacente – a teoria-M – que não *tinha*, até então, uma única formulação. Hawking começava a achar que ela nunca teria.

Na rede da teoria-M de modelos matemáticos, o espaço-tempo tem um total de dez ou onze

dimensões, as quais costumam ser vistas como nove ou dez dimensões de espaço e uma dimensão de tempo. O leitor pode estar se perguntando por que ninguém nunca pensa que possa haver mais de uma dimensão de tempo, mas devo lhes contar que algumas versões da teoria permitem, sim, mais dimensões de tempo, desde que o total não seja alterado.

Nós, claramente, vivenciamos apenas quatro dimensões. Onde estão as outras? O próprio Hawking comentou, em 2001: “Devo dizer que, pessoalmente, relutei em acreditar nas dimensões extras. Mas, como sou um positivista, a pergunta ‘dimensões extras realmente existem?’ nada significa. Tudo que se pode questionar é se os modelos matemáticos com dimensões extras fornecem uma boa descrição do universo”.[13](#)

A resposta que se propõe para a pergunta de por que não as vemos é que as dimensões extras são enroladas em tamanhos muito pequenos. Pense numa mangueira de jardinagem. Sabemos que a mangueira tem certa grossura, mas, a distância, ela parece uma linha com comprimento, sem nenhuma outra dimensão. Se as dimensões extras fossem “enroladas” assim, não as teríamos notado, não apenas em escalas humanas, mas até mesmo em escalas atômicas ou de física nuclear.

Poderemos algum dia observá-las? Suponhamos que uma ou mais dimensões extras não estejam totalmente enroladas. Essa sugestão pode ser testada com uma geração mais avançada de aceleradores de partículas ou medindo-se a força gravitacional que age sobre distâncias extremamente curtas.

Enquanto isso, a teoria-M e as dimensões extras assumiram uma posição de importância no futuro da física teórica e na cosmologia. Esse futuro seria o tema de uma conferência realizada para celebrar o 60º aniversário de Hawking, em 2002.

Sessenta ou nada!

A festa pelo 60º aniversário de Hawking quase não aconteceu. Ele e sua cadeira de rodas foram de encontro a um muro alguns dias antes do evento. Hawking brincou com isso na abertura de sua palestra “Sessenta anos em uma casca de noz”: “Foram quase 59,97 anos em uma casca de noz. Tive uma discussão com um muro alguns dias depois do Natal, e o muro ganhou. Mas o Hospital de Addenbrooke fez um bom trabalho em me colocar no lugar novamente”.[14](#)

Houve um momento em que aqueles que planejavam a festa de aniversário pararam com todos os preparativos, mas então ficaram sabendo que Hawking estava trabalhando em seu discurso de aniversário no leito do hospital. Os preparativos prosseguiram. Ninguém precisou cancelar, no último instante, a sósia de Marilyn Monroe que bajularia Hawking e sussurraria “I want to be loved by you”... ou dizer a todos os físicos eminentes que viriam de todas as partes do mundo que poderiam vir e fazer suas palestras, mas que o homenageado não estaria presente. A festa aconteceu. Hawking achava que sessenta valia a pena comemorar. Muitas pessoas, contou a entrevistadores, não gostam de completar sessenta anos, mas para ele era uma conquista. Nunca imaginara que viveria tanto tempo.

Era uma celebração multifacetada. Um sério congresso de quatro dias, estilo *Festschrift*,

trouxe artigos de alto nível apresentados por gigantes da física teórica e da cosmologia cujos trabalhos foram influenciados por Hawking. Admitiu-se a presença do público em geral para um dia de palestras de nível popular. A festa de verdade aconteceu à noite, da qual participaram duzentos convidados. Houve “Marilyn”, a quem Hawking chamava de “um modelo do universo”. Houve um coro de antigos e atuais alunos de pós-graduação, com a participação de Jane, a primeira esposa de Hawking, conduzida por seu marido, Jonathan Hellyer Jones, e acompanhada pelo guitarrista do U2, The Edge. Como o aniversário de Hawking coincidia com a Festa de Santo Estêvão, eles cantaram “Good King Wenceslaus”, com uma nova letra escrita para a ocasião. “Não fomos muito mal”, contou-me um dos ex-alunos de pós-graduação. Em uma das festas, no saguão da Caius, Martin Rees – nessa época, lord Martin Rees, Astrônomo Real – falou ardorosamente sobre seu velho amigo. Uma festa no saguão da Trinity College trouxe uma explosão repentina de cor e música quando dançarinas de can-can fizeram uma entrada espetacular. Equipes de televisão do Channel 4, da BBC, e da norte-americana cbs estiveram presentes, e a palestra pública de Hawking, seguida pela cantoria barulhenta, espontânea e dolorosamente desafinada de “Parabéns para você” – uma das muitas vezes que isso se repetiu naquela semana –, foi transmitida ao vivo pela internet para o site da BBC. A BBC, depois, apresentou todas as palestras populares num especial chamado “As palestras Hawking”.

Os colegas de Hawking aproveitaram a oportunidade para o cutucarem:

Martin Rees: “Astrônomos estão acostumados a números grandes, mas poucos são tão grandes quanto a probabilidade que eu imaginava na época [quando Hawking ainda era um pós-graduando em Cambridge] de não presenciar essa maravilhosa celebração”.[15](#)

Roger Penrose: “Tenho a grande felicidade de perceber que Stephen agora tornou-se oficialmente um homem velho, de forma que ele também pode dizer impunemente coisas ultrajantes. Logicamente, Stephen sempre fez esse tipo de coisa, mas talvez possa ficar ainda mais ousado nesse sentido do que antes”.[16](#)

Bernard Carr: “Sempre suspeitei que deve haver mais de um Stephen Hawking para ter realizado tantas descobertas importantes. Gostaria de desejar a todos eles um feliz 60º aniversário!”.[17](#)

Leonard Susskind: “Stephen, como todos sabemos, é de longe a pessoa mais teimosa e irritante do universo”.[18](#)

Raphael Bousso: “É um prazer ajudar a celebrar o 60º aniversário de Stephen Hawking (pelo menos porque Stephen sabe como realizar uma festa)”.[19](#)

Gary Gibbons, elogiando “a indomável coragem de Stephen e seu otimismo audaz”[20](#), citou Robert Browning: “Ah, mas o ser humano deve ir muito além de sua compreensão, senão, para que serve o paraíso?”.

Michael Green recordou o início da década de 1970 em Cambridge, quando conheceu Stephen e a cosmologia não era levada muito a sério, sendo “considerada um sub-ramo da astrologia, e não era nem discutida!”.[21](#)

Neil Turok falou do “verdadeiro ‘amor pela vida’ [de Hawking] que o mantém lutando contra todas as adversidades”.[22](#)

O presente de aniversário de Kip Thorne foi uma promessa de que “os detectores de onda

gravitacional – LIGO, GEO, VIRGO e LISA – vão testar suas previsões de buracos negros da Idade do Ouro e começarão a fazer isso bem antes do 70º aniversário”.[23](#)

Os artigos preparados para a conferência do 60º aniversário fizeram um resumo esplêndido de como as coisas estavam na física teórica e na cosmologia em 2002 e como haviam chegado lá – e, como sugeria o título da conferência, propiciaram um trampolim para o futuro. Reuniu as melhores mentes do mundo sobre os temas que mais interessavam a Hawking e que colidiam com seu próprio trabalho, e também, de maneira incrível, juntou as eminências grisalhas do campo com pessoas mais jovens e cheias de vitalidade que continuariam os estudos no futuro, muitas das quais haviam sido alunas de Hawking. Tudo durou uma semana... e por que não? Era uma festa de aniversário que ninguém, em boa parte dos sessenta anos, esperava presenciar. O presente de aniversário de Elaine foi um voo de trinta minutos em um balão de ar quente especialmente projetado para a ocasião. Quando Hawking sonhara com esse voo, na época de sua traqueotomia, em 1985, ele o encarara como um símbolo de esperança. Aos sessenta anos de idade, parecia que essa esperança se realizara por completo.

Os colegas de Hawking e outros que participaram da celebração de aniversário até aceitaram sua brincadeira sobre o acidente com a cadeira de rodas como se fosse algo trivial, mas na verdade foi mais sério que isso. Rodando pela velha calçada irregular de Malting Lane, próximo de sua casa, acompanhado por uma enfermeira, ele perdera o controle e batera a cadeira num muro, caindo de ponta-cabeça e quebrando o quadril. Neel Shearer, seu assistente, deu de ombros: “Ele estava atrasado para um compromisso e corria no ritmo de Hawking, como sempre”.[24](#) A condição enfraquecida de Hawking impediu o uso de anestesia geral quando os médicos o trataram. Apenas com uma epidural, Hawking ficou assistindo a todo o procedimento, algo “como escutar uma furadeira Black and Decker”.[25](#)

O ano do 60º aniversário de Hawking foi o da publicação de sua compilação de fragmentos, cuidadosamente escolhidos, dos escritos de Copérnico, Galileu, Kepler, Newton e Einstein. *Sobre os ombros dos gigantes* também trazia informações biográficas dos cinco homens e comentários de Hawking.

Desembalando a radiação cósmica de fundo em micro-ondas (RCFM)

Já no novo milênio, uma nova geração de observadores e instrumentos observacionais se multiplicava para testar as previsões feitas pela cosmologia da inflação com uma precisão sem precedentes.[26](#) Numa busca contínua por evidências experimentais que poderiam, ou não, apoiar as previsões de inflação, a atenção voltou-se, não surpreendentemente, para a radiação cósmica de fundo em micro-ondas, o eco do Big Bang. A descoberta de George Smoot mostrara que, na luz de micro-ondas espalhada de modo extraordinariamente uniforme, a temperatura varia de ponto para ponto. Em 2000, observações de balão mediram em detalhes a RCFM em certas partes do céu;[*](#) e em 2001 o Interferômetro de Escala de Grau Angular, fincado no chão do polo Sul, obteve medidas semelhantes.

E, em junho de 2001, a NASA lançou o WMAP, a Sonda de Anisotropia em Micro-Ondas

Wilkinson.^{[**](#)} Sua missão: mapear a RCFM com a maior precisão que já se conseguiu até hoje. Era capaz de medir diferenças de temperatura com variações de apenas um milionésimo de grau e, por ser um satélite em vez de um instrumento com base na terra, obter essas medidas em todo o céu. A expectativa era que o WMAP resolvesse, de uma vez por todas, as discussões que ocorreram ao longo das últimas décadas a respeito das propriedades básicas do universo – idade, forma, velocidade de expansão, composição, densidade. Diversas versões da teoria da inflação contavam histórias um pouquinho diferentes exatamente sobre como aconteceu a inflação e faziam previsões sobre o padrão de variações de temperatura que encontraríamos na RCFM se comparássemos sua temperatura em distintas direções.^{[27](#)} Esperava-se que os dados do WMAP fornecessem aos cientistas maneiras de testar esses diferentes cenários.^{[28](#)}

Em fevereiro de 2003, o WMAP estava cumprindo brilhantemente o que prometia. Seus dados permitiram aos cientistas definir com precisão, após muitas décadas de controvérsia, a idade do universo – 13,7 bilhões de anos –, assim como o período na história do universo em que os padrões da RCFM ficaram congelados – 380 mil anos após o Big Bang. Os resultados do WMAP mostravam que o espaço é plano, dando suporte àqueles que insistiam que a maior parte da energia no universo hoje é “energia escura”. As medições do WMAP mostravam que as variações na temperatura e na densidade na RCFM, observadas em todo o céu – as variações que são as sementes da formação de galáxias –, tinham praticamente a mesma amplitude, não importando seu comprimento; que todas as formas de energia tinham a mesma variação; e que a distribuição de variações era aleatória – assim como previsto pelo modelo inflacionário do Big Bang padrão.^{[29](#)}

Todavia, importantes questões permaneciam sem solução naquela primeira divulgação de dados do WMAP, em fevereiro de 2003. Estava faltando uma peça-chave de evidência: a teoria da inflação faz previsões sobre como deveria ser a aparência dos padrões e características das ondas gravitacionais originadas do Big Bang quando eles apareceram na RCFM. Mas o WMAP ainda não havia encontrado as pegadas dessas ondas gravitacionais. Nem fora determinado se a energia escura devia-se à “energia do vácuo” – a constante cosmológica – ou “quintessência”. O interessante é que as observações que estavam se encaixando bem na cosmologia inflacionária também eram perfeitas para um modelo cíclico, em que o universo se expandia a partir de um Big Bang e, em certo ponto, voltava a se contrair em um Big Crunch e apareceria de novo em outro Big Bang, num ciclo que não para de se repetir – os modelos preferidos de Neil Turok e Roger Penrose.^{[30](#)}

Desacelerando?

Hawking fez ainda mais uma incursão na cultura popular na primavera de 2003, quando concordou em participar de um número no *Late Night with Conan O'Brien*. O comediante Jim Carrey iniciou o quadro discutindo cosmologia. Um telefone celular tocou. Era Stephen Hawking dizendo para Carrey não se preocupar: “Não há como os cérebros de ervilha entenderem o conceito”. Depois de dizer isso, ele pediu desculpas e se retirou. Não podia falar muito porque

estava assistindo ao filme de Carrey *Debi & Lóide: dois idiotas em apuros*, encantado com a “genialidade” daquilo. O cronograma de viagens de Hawking naquele ano o fez cruzar o mundo, de um mês no Instituto Mitchel de Física Fundamental, na Texas A&M, a um seminário sobre inflação cósmica na Universidade da Califórnia-Davis; dali até a Suécia para receber a Medalha Oskar Klein da Academia Real de Ciências da Suécia e para participar de um Simpósio Nobel sobre Teoria de Cordas e Cosmologia; de volta aos Estados Unidos para trabalhar como professor-visitante na Caltech e na Universidade da Califórnia em Santa Barbara; e então para a Universidade Case Western Reserve, em Cleveland.

A preocupação, entre seus colegas físicos, de que Stephen Hawking estava desacelerando parecia infundada diante de tal cronograma, mas eles também temiam que Hawking pudesse não estar no auge de seu poder intelectual. Em uma pesquisa realizada com físicos no fim do milênio perguntando quem eram os colegas mais influentes, o nome de Stephen estava bem longe do topo. O uso que fazia do pequeno “clicador”, que respondia a um leve toque de mão – a única maneira pela qual ele conseguia se comunicar com colegas –, estava se tornando cada vez mais difícil e lento. Uma forma de superar essa situação frustrante era obtendo a ajuda de um aluno pesquisador. Dessa vez, Hawking escolheu um jovem chamado Christophe Galfard. O procedimento seria Hawking considerar um problema e sugerir possíveis abordagens a Galfard, que então se concentraria nos detalhes matemáticos para descobrir se as ideias de Hawking estavam corretas e se elas chegavam a algum lugar.

Galfard recorda que demorou um pouco para entrar no ritmo. As ideias de Hawking surgiam em velocidade muito maior do que ele conseguia lidar. Com palavras que são encorajadoras para qualquer pessoa, como eu, que tenha lido os artigos de Hawking e se esforçado para compreendê-los, Galfard disse a um entrevistador: “Nos primeiros dezoito meses, cada sentença me custava seis meses para entender. Estava seis meses atrás do que ele me dizia, e me aproximava aos poucos. Foi difícil”.[31](#)

Visando acelerar um pouco as coisas, Galfard tomou a liberdade que outros raramente tinham – finalizar sentenças para Hawking quando sua intenção era clara e ele lutava para selecionar as palavras. No passado, Hawking seguia em frente e completava a sentença, ignorando os palpites mesmo quando estavam corretos, mas ele permitiu a Galfard que ganhasse tempo. Galfard também aproveitava a habilidade de Hawking de indicar “sim” ou “não” com um pequeno movimento do rosto, em vez de aguardar que encontrasse a palavra na tela. O leitor deve estar se perguntando, ao ver vídeos dos dois juntos, como Galfard evitava um torcicolo no pescoço tendo de ficar virando a cabeça para olhar o monitor de computador e depois para o rosto de Hawking.

Galfard tinha um trabalho duríssimo. Em 2003, um jovem físico argentino chamado Juan Martin Maldacena, do Instituto de Estudos Avançados em Princeton, finalmente deu às ideias de Leonard Susskind para solucionar o paradoxo da informação um rigoroso tratamento matemático, que parecia resolver a questão em favor de Susskind.[32](#) Em uma conferência em Santa Barbara, o orador após o jantar, Jeff Harvey, em vez de fazer o discurso esperado introduziu uma música de vitória. “The Maldacena” foi tocada ao ritmo de uma canção latina muito popular na metade da década de 1990, a “Macarena”. Cada verso terminava com “Ehhh!

Maldacena!”.³³ O público, entusiasmado, acompanhou a música cantando e dançando, celebrando o resgate da física do monstro do paradoxo da informação. Susskind declarou que a guerra havia acabado. Deveria ter chegado ao fim muito antes, insistiu, mas Hawking “era como um desses soldados infelizes que vagam pela selva por anos, sem saber que as hostilidades se encerraram”.³⁴ Embora crescesse o consenso de que Hawking estava errado, Kip Thorne ficou a seu lado. Hawking não mudara de ideia. Ainda não.

Ele pediu a Galfard que estudasse o artigo de Maldacena sobre o paradoxo da informação. Hawking decidira que nada adiantaria a não ser um ataque frontal àquele texto que estava convencendo as pessoas de que ele estava errado. Não era uma tarefa fácil. Depois de lidar com ele por um ano e meio, Galfard ainda achava difícil decidir se se perdiam ou não informações em buracos negros.

Em 1º de dezembro de 2003, Hawking teve de ser internado às pressas com pneumonia. Entubado por várias semanas, enquanto muitos temiam que estivesse em seu leito de morte, ele não perdeu tempo. Ficou pensando nos buracos negros, visando encontrar uma nova abordagem para o paradoxo da informação. A recuperação foi lenta, mas, após receber alta, no fim do inverno de 2004, ele e Galfard voltaram a discutir a sério as ideias que aqueles meses na cama produziram. Depois de “passar horas e horas, trabalhando até tarde da noite e nos fins de semana, dia, noite, o tempo todo”,³⁵ Hawking finalmente sentiu que estava pronto para sair do silencioso refúgio de seus escritos e partir para o trabalho.

A Conferência de Dublin

Na primavera de 2004, Hawking deu um seminário em Cambridge para apresentar algumas de suas novas ideias de modo preliminar, incompleto, e deixou bem claro que desejava falar para seus colegas físicos em uma conferência maior. Logo haveria um evento assim, em julho, em Dublin: a 17ª Conferência Internacional sobre Relatividade Geral e Gravidade. Hawking contatou o diretor do comitê científico da conferência, Curt Cutner, solicitando um espaço na programação com a seguinte afirmação: “Resolvi o problema da informação nos buracos negros e quero falar sobre isso”.³⁶ Pedia um grande favor, pois o artigo de Hawking entrara fora do prazo – solicitara-se aos participantes que submetessem um título e um resumo até 19 de março, quando ele acabara de sair do hospital. E ele também não divulgaria uma pré-impressão do artigo. Todavia, seu prestígio entre os físicos lhe conseguiu um espaço de uma hora na programação da conferência.

O frenesi de mídia e fãs que sua aparição gerou mostrou que o status de supercelebridade de Hawking não diminuía. Uma empresa de relações públicas responsável por controlar o acesso ao auditório cobrou quatro mil libras para o evento, e valeu cada *penny*, pois repórteres e aficionados de Hawking deram trabalho. Aqueles que tiveram a sorte de obter credenciais de imprensa logo ocuparam os corredores, ajeitando suas câmeras e a parafernália de gravação.

Havia menos empolgação entre os colegas de Hawking, que, de direito, ocupavam o saguão dos participantes da conferência e nem sabiam o que veriam lá. Estouros de *flashes* seguiram

Hawking enquanto ele seguia tranquila, lenta e gelidamente pelo corredor ao pé de uma rampa que dava no palco do grande salão de concertos da Sociedade Real de Dublin. Alguns acreditavam que ele faria uma declaração rebelde de que reiterava o que vinha dizendo havia mais de vinte anos, de que se perdem informações em buracos negros. Outros achavam que sua genialidade enfraquecida silenciosamente aceitaria a derrota. Kip Thorne, que continuara, ao longo dos anos, concordando com Hawking a respeito da perda de informações em buracos negros, John Preskill, que discordava, Petros Florides, que presidia a conferência, e Christophe Galfard aguardavam no palco, diante de uma fila de câmeras de TV prontas para registrar o evento. Não era um dia normal para uma conferência de física.

Apenas Galfard e Thorne sabiam que Hawking estava prestes a fazer uma de suas famosas mudanças de opinião, mas não do modo como as pessoas imaginavam. Não ia admitir a derrota para Susskind e Maldacena. Sim, a ideia que Hawking teimosamente mantivera por mais de vinte anos estava errada. Mas Susskind e Maldacena não haviam resolvido o problema. Era ele quem faria isso. Ele pensara em outra maneira de solucionar o paradoxo da informação.

A sessão começou com uma introdução de Petros Florides, que brincou dizendo que, embora todos concordem que nenhuma informação pode viajar mais rapidamente do que a luz, essa lei parecia não valer em relação à velocidade com que a notícia de uma aparição futura de Hawking viajava o mundo.

Tornara-se costume de Hawking iniciar suas palestras com a pergunta, em sua voz calma e mecânica: “Conseguem me escutar?”. Presumivelmente, caso não se conseguisse, não se poderia responder; assim, em geral, havia ou um murmúrio de concordância ou um apupo em resposta. Depois do início tradicional, ele começou expondo o problema e traçando a história do paradoxo da informação até meados da década de 1960, quando se descobriu que toda informação a respeito de um corpo que entrara em colapso para formar um buraco negro era perdida pela região exterior, com exceção de três coisas: massa, momento angular e carga elétrica. John Wheeler chamou essa descoberta de “buracos negros não têm cabelo”, e desde então foi conhecida como o “teorema da calvície”.

Nada disso representava um problema para a conservação da informação. Um buraco negro clássico duraria para sempre, preservando a informação dentro de si; inacessível, mas ela estaria lá. Ainda parte do universo. O problema surgiu quando Hawking descobriu que os efeitos quânticos fariam um buraco negro irradiar a uma velocidade estável – a famosa radiação Hawking. Essa radiação não carrega informação sobre o que produziu o buraco negro ou o que caiu dentro dele. Ainda não haveria problema até que se percebesse que, nesse processo, o buraco negro iria, por fim, evaporar e desaparecer por completo. *E aí* o que aconteceria com toda a informação presa dentro dele? Parecia que a única maneira de se impedir a perda de informação seria se a radiação Hawking apresentasse diferenças sutis que refletissem o que havia caído dentro do buraco negro. Ninguém descobrira um modo de tais diferenças serem produzidas, embora muitos físicos acreditassem que elas deveriam existir. Os cálculos de Hawking, contudo, mostraram que a radiação era exatamente térmica, aleatória e desprovida de características que a distinguíssem.^{[37](#)}

Caso alguém estivesse se perguntando se um universo bebê se ramificando de um buraco

negro poderia solucionar o problema da perda de informações, Hawking os atualizou:

Não existe universo bebê se ramificando a partir do interior de um buraco negro, como eu já imaginava. A informação permanece firmemente em nosso universo. Sinto muito por desapontar os fãs de ficção científica, mas, se a informação é preservada, não existe possibilidade de usar buracos negros para viajar para outros universos. Caso alguém pule dentro de um buraco negro, a sua energia de massa será devolvida para nosso universo, mas de maneira deturpada, que contém as informações sobre sua antiga aparência, porém em um estado que não é reconhecível.[38](#)

Alguns membros da plateia devem ter ficado de pelo erigido ao ouvir isso. Estaria Hawking prestes a dizer que a radiação Hawking poderia ser, afinal de contas, o veículo de escape e que, como na descrição anterior de como restaurar um livro queimado, pelo menos em princípio, seria possível recuperar da radiação a informação escondida em um buraco negro?

A nova solução de Hawking para o problema tinha relação com outra coisa: a possibilidade de um buraco negro ter mais de uma geometria (topologia) ao mesmo tempo. A informação não ficaria aprisionada porque não se formaria um verdadeiro horizonte de eventos.

Christophe Galfard lembra que o discurso de Hawking parecia ter deixado a maior parte da plateia de físicos “muito perplexa”. Escutou cochichos de “grandes pretensões, mas matemática insuficiente... não estou convencido... um show de ilusionismo”. Kip Thorne comentou: “Parece-me, à primeira vista, um argumento atraente, mas ainda não vi todos os detalhes”.[39](#) Disse que precisaria estudar um pouco o artigo de Hawking antes de poder dizer se o colega estava certo ou não. Roger Penrose não ficou convencido: “Parece-me muito poderosa a indicação de que a informação é perdida, e é isso que Stephen originalmente pensou. Em Dublin, ele se retratou publicamente. Em minha opinião, ele errou muito em se retratar. Deveria ter se mantido firme em suas convicções”.[40](#) Hawking, embora tivesse expressado sua intenção de tentar dar suporte a sua ideia com uma comprovação matemática, estava bem convencido de suas conclusões para admitir a derrota em uma aposta que ele e Kip Thorne fizeram com John Preskill, da Caltech. A aposta era a seguinte:

Stephen Hawking e Kip Thorne acreditam piamente que a informação engolida por um buraco negro é para sempre afastada do universo exterior e nunca é revelada, nem mesmo quando o buraco negro se evapora e desaparece por completo, E John Preskill acredita piamente que um mecanismo para a informação ser liberada pelo buraco negro em evaporação deve e será encontrado na teoria correta da gravidade quântica,

Assim, Preskill oferece, e Hawking/Thorne aceitam, uma aposta:

Quando um estado quântico puro inicial passa por colapso gravitacional para formar um buraco negro, o estado final, ao encerrar-se a evaporação do buraco negro, será sempre um estado quântico puro.

O(s) perdedor(es) premiará(ão) o(s) vencedor(es) com uma enciclopédia à escolha do(s) vencedor(es), a partir da qual se possa obter informações à vontade.

O documento fora assinado pelos três, e a assinatura de Stephen Hawking fora a digital de seu polegar, e datado de 6 de fevereiro de 1997, Pasadena, Califórnia.

Hawking encerrou seu discurso dizendo: “Darei a John Preskill a enciclopédia que lhe é de direito. John é bem americano, e naturalmente quer uma enciclopédia do beisebol. Tive grandes dificuldades para encontrar uma aqui, então, lhe ofereci uma enciclopédia do críquete, como

alternativa, mas John não se convenceu da superioridade do críquete. Felizmente, Andrew Dunn, meu assistente, convenceu a editora Sportclassic Books a enviar para Dublin um exemplar de *Total baseball: the ultimate baseball encyclopedia*. Darei a enciclopédia a John agora. Se Kip concordar em admitir a derrota mais tarde, ele pode me pagar de volta”. Thorne não estava convencido de que Hawking, ou qualquer outra pessoa, tivesse conseguido solucionar o problema do paradoxo da informação. A enciclopédia foi levada para o palco, e John Preskill a segurou sobre a cabeça como se estivesse segurando o troféu de campeão do torneio masculino de tênis de Wimbledon.

Hawking, mais tarde, falou sobre a ocasião, em uma palestra que deu na Caltech em janeiro de 2005: “O paradoxo [da perda da informação] foi discutido por trinta anos sem muito progresso, até que descobri o que imaginei ser sua solução. A informação não é perdida, mas não é devolvida de maneira útil. É como queimar uma enciclopédia. A informação não é perdida, mas fica muito difícil de ler. Dei a John Preskill uma enciclopédia do beisebol. Talvez eu devesse ter lhe dado apenas as cinzas”.[41](#)

Hawking prometera entregar a seus colegas uma explicação completa. Seria sob a forma de um artigo publicado em outubro de 2005.

“O vovô tem rodinhas”

A BBC estreou *Hawking*, filme feito para televisão, em abril de 2004, quando Stephen acabara de sair do hospital e se preparava para trabalhar sobre a questão do paradoxo da informação. Não se tratava de uma biografia completa, mas uma tocante dramatização de dois anos cruciais da vida de Hawking, quando ele ficou sabendo que tinha esclerose lateral amiotrófica, conheceu Jane Wilde e trabalhou em teoremas de singularidade para sua tese. Um documentário de 2002, *Stephen Hawking: profile*, foi reapresentado junto com o filme. A audiência foi estimada em quatro milhões de pessoas.

Hawking ajudou no roteiro final, e Benedict Cumberbatch, que interpretou o jovem Stephen Hawking, esforçou-se para estudar com cuidado os estágios iniciais da ELA. Jane, em cuja autobiografia o filme fora parcialmente baseado, assistiu ao vídeo primeiramente em partes, mas encontrou poucos erros. “[Cumberbatch] foi estranho. Ele trabalhou muito na pesquisa sobre a progressão exata da doença neuromotora. Trouxe de volta aquele período com muita intensidade. Acho que a jovem que me interpretou, contudo, estava muito mais enérgica do que eu jamais fui. Sempre fui extremamente determinada, mas também era muito tímida. Assim, nesse sentido, muitas coisas que aparecem no filme não são historicamente precisas.” Entretanto, Jane sentiu que o filme era verdadeiro em relação ao espírito daqueles anos. “Consegui lembrar-me vivamente da sensação de euforia que tínhamos, de que estávamos fazendo algo excepcional... de que, apesar de tudo, tudo seria possível.”¹

Mais ou menos na mesma época em que o filme foi transmitido, os perturbadores relatórios e declarações relativos a abuso foram enfim arquivados pela polícia de Cambridge.

A popularidade de Hawking não havia diminuído em nada. Em uma pesquisa de 2004 sobre pessoas inspiradoras com 516 entrevistados – com garotos ingleses de até dezoito anos –, ele ficou em segundo lugar, atrás da estrela do rúgbi Jonny Wilkinson, ultrapassado mais uma vez por uma celebridade esportiva, assim como acontecera no Japão. Mas Hawking não havia desacelerado enquanto viajante do mundo e palestrante. Sua agenda em 2005 continha: janeiro: a Caltech e a Universidade da Califórnia-Santa Barbara; fevereiro: Washington, DC, e Oxford; março: Espanha; junho: Hong Kong; outubro: Alemanha; novembro: Califórnia novamente e, então, Seattle, Washington.

Durante a visita de janeiro à Caltech, Hawking sugeriu, dessa vez, fazer uma palestra apenas para os graduandos. O assunto seria sua vida na física. O título emprestou o famoso lema de *Jornada nas estrelas*: “Audaciosamente indo”.

A viagem para Washington, dc, em fevereiro, com sua esposa Elaine, teve o propósito de receber a Medalha Bicentenária James Smithson. O Instituto Smithsonian preparou, com a ajuda de Jim Hartle, uma retrospectiva da vida de Hawking: “O universo alternativo de Stephen Hawking”. Hartle apresentou o velho amigo com palavras inflamadas: “O trabalho de Stephen Hawking foi caracterizado por grande precisão matemática e extraordinária criatividade física. Ele é quase sempre surpreendente”.² Hartle citou o que Hawking falou sobre a carreira que seguira: “Pode-se pensar que eu tinha um enorme projeto premeditado de discutir os problemas pendentes sobre a origem e a evolução do universo. Mas não foi bem assim. Eu não tinha um plano. Em vez disso, segui para onde o nariz apontava e fiz o que parecia interessante e possível à época”.³

Hawking retornou, nessa ocasião, à possibilidade de vida extraterrestre inteligente, e sua palestra foi precedida por música que claramente pretendia lembrar a trilha sonora de *Guerra nas estrelas*. “Por vida inteligente, não me refiro apenas à vida humanoide baseada em DNA, como se vê em *Jornada nas estrelas*”, disse, que é incrivelmente parecida com nós mesmos. “A quantidade de possíveis formas de vida no universo é muito mais ampla e inclui sistemas eletrônicos, como computadores.”⁴ Ele criticou a imagem que a série *Jornada nas estrelas* criou de civilizações alienígenas, como sendo muito estática. Ainda que se sugerisse que a ciência e a tecnologia deles eram muito mais avançadas do que a nossa no presente, alguns seres alienígenas eram mostrados como tendo atingido um estado consolidado próximo da perfeição, sem nenhuma expectativa de progresso ou evolução. “Não acredito na imagem de *Jornada nas estrelas*. Nunca chegaremos a um estado final consolidado, o fim do desenvolvimento. Em vez disso, continuaremos a mudar, a uma velocidade cada vez maior.”⁵

A visita a Oxford foi para realizar a terceira palestra de uma série em homenagem a seu velho mentor, Dennis Sciama. Em Oviedo, Espanha, ele ajudou a celebrar o 25º aniversário do Prêmio Príncipe de Astúrias, um importante prêmio global para trabalhos científicos, técnicos, culturais, sociais e humanitários realizados em nível internacional.

Todas essas viagens e atividades pareciam suficientes para exaurir o mais fisicamente preparado dos homens. Para Hawking, mesmo após o seu 60º aniversário, aparentemente era estimulante, e, mesmo com todo esse vaivém, seu trabalho como autor popular continuava. Em outubro de 2005 veio a publicação de outra versão de seu primeiro *best-seller*, dessa vez intitulado *Uma história mais breve do tempo*, em coautoria com o físico Leonard Mlodinow. Era de fato mais breve, belamente ilustrado e mais simples, e atualizava a física. Também naquele ano, ele começou a compilar uma seleção de trabalhos matemáticos históricos com biografias curtas de importantes matemáticos, a ser publicada em 2006, com o título de *Deus criou os números inteiros*.

Por todo lado, enquanto palestrava e se encontrava com a mídia, Hawking não deixava de fazer comentários provocadores que pouco ou nada tinham a ver com cosmologia. Sua opinião ruim a respeito de políticos era cada vez mais evidente. Em um movimento antiguerra na Trafalgar Square, em novembro de 2004, ele chamou a invasão norte-americana ao Iraque (em março de 2003) de “crime de guerra”.⁶ Em 2005, quando George W. Bush propôs o retorno de astronautas à Lua, Hawking comentou que “enviar políticos seria muito mais barato, porque não é necessário trazê-los de volta”.⁷ Ele repreendia aqueles que se opunham a pesquisas com

células-tronco: “O fato de as células poderem vir de embriões não é uma objeção, porque os embriões vão morrer de qualquer forma. É moralmente equivalente a fazer transplante de coração de uma vítima de um acidente automobilístico”.[8](#)

Em maio de 2005, ele relaxou – novamente *Os Simpsons*. Dessa vez, num episódio intitulado “Não tenha medo do telhadista”, o personagem “Hawking” anunciava que agora moraria em Springfield, onde havia comprado a pizzaria. Tentara fazer seu computador dizer o logo da empresa, mas a máquina travou e não parava de repetir “*pizza, pizza*”. “Hawking” precisou bater em seu computador para que ele se comportasse, algo que ele não consegue fazer na vida real. Ainda no episódio, “Hawking” recuperou a sanidade de Homer (desde que não se considere isso um oxímoro) explicando que foram um rasgo no espaço-tempo e um pequeno buraco negro, resultando num efeito óptico gravitacional, que fizeram com que Homer fosse o único capaz de ver um dos outros personagens no Builder’s Barn. Hawking também teve uma aparição televisiva, naquele ano, no docudrama *Alien Planet*, como consultor especialista.

Em 22 de agosto de 2005, o esperado artigo que Hawking vinha prometendo e que apresentaria com clareza e detalhes sua solução para o paradoxo da informação enfim foi para a *Physical Review*, que o publicou em sua edição de 18 de outubro. O artigo tinha apenas três páginas e meia, com somente três equações. Hawking utilizou as somas sobre histórias de Feynman, aplicando-as, como havia feito antes, ao universo. Ao desenvolver sua proposta de não limite, em parceria com James Hartle, Hawking estudara diferentes histórias que o universo poderia ter tido e calculara quais delas eram mais prováveis. Agora estava, da mesma forma, pedindo aos leitores que imaginassem todas as histórias alternativas de universos. Algumas teriam buracos negros, outras não. Perder-se-iam informações nessas histórias com buracos negros, mas não naquelas sem buracos negros. Sua solução dependia do fato de as histórias do universo em que existiam buracos negros serem canceladas por aquelas em que não existiam, resultando em que a informação não desapareceria porque não haveria buracos negros para ela ficar aprisionada dentro. Caso se aguardasse um bom tempo, apenas as histórias sem buracos negros seriam significativas. E assim, no final, a informação seria preservada.

Diante das duas explicações de Hawking, e de uma rejeição anterior firme à ideia de que a informação retornaria por meio de radiação Hawking, é uma surpresa descobrir que, não muito tempo depois de ter publicado seu artigo, em um dos livros infantis que escreveu em parceria com sua filha Lucy – *George’s secret key to the universe*[9](#) –, com o nome de Christophe Galfard também aparecendo no frontispício, ele usou uma solução completamente diferente para o problema, uma solução que envolvia, *sim*, a radiação Hawking. Também é intrigante descobrir que sua abordagem de cima para baixo, que discutiremos mais à frente, não é fácil de reconciliar com sua solução de 2005. Muitos colegas de Hawking não ficaram convencidos, perguntando-se por que ele preferia sua solução à de Leonard Susskind e Maldacena. Talvez fosse porque, por ter introduzido o problema, sentisse que deveria ser ele a pessoa a resolvê-lo.

Hawking e Galfard colocaram a culpa pelo atraso do artigo na dificuldade cada vez maior de Hawking com seu aparelho de clicar. A esse respeito, 2005 foi um ano desalentador. A velocidade com que ele se comunicava vinha diminuindo desde 2000, até que suas mãos ficaram fracas demais para usar o aparelho. Ele o trocou por uma espécie de interruptor conectado aos seus

óculos, desenvolvido por Words+ (o botão de Inframinhocalho/Som/Toque – ISTh). O feixe inframinhocalho de baixa potência pode ser controlado com um piscar de olhos ou movendo-se um músculo do rosto. Até 2011, Hawking controla o aparelho com o músculo da bochecha.

O cronograma de viagens de 2005 não terminou conforme o planejado. Sua programação incluía Seattle, mas ele não chegou lá. Deveria ter viajado até Seattle saindo de Oakland, Califórnia, mas, enquanto lhe retiravam o respirador pela manhã, pouco antes de partir, algo deu errado, e Hawking “basicamente sofreu uma parada cardíaca. Tiveram de ressuscitá-lo, e isso deixou algumas pessoas em pânico. Mas ele já passara por isso antes”.[10](#) Hawking permaneceu em Oakland e fez a palestra para Seattle por meio de uma transmissão ao vivo.

Sem se deixar intimidar por essa pane, Hawking, em 2006, programou viagens para a França, Espanha, China e Israel. Não seria a primeira vez que iria até Israel. Ele e Jane estiveram lá para receber o Prêmio Wolf, em 1988. Mas, dessa vez, só aceitaria o convite caso pudesse passar parte de sua visita com palestinos e fazendo conferências para eles. Isso foi arranjado. Em Israel, ele incluiu uma nova anedota em sua longa lista, comentando que a falta de anonimato quando viajava era o lado negativo de ser uma celebridade, ainda pior para ele do que para outros: “Para mim, não basta usar óculos de sol e uma peruca. A cadeira de rodas me entrega”.[11](#)

A prestigiada Medalha Copley, que ele recebera da Royal Society em novembro, viajara ainda mais do que seu recebedor. A Royal Society fez com que o astronauta britânico Piers Sellers a levasse para o espaço sideral antes de dá-la a Hawking.

O casamento de Hawking com Elaine acabou em divórcio no verão de 2006. Hawking se absteve de comentar, e sua assistente pessoal, Judith Croasdel, afastou os repórteres, que clamavam por uma declaração falando o seguinte: “Ele está ocupado demais. Essa é mais uma distração, que realmente incomoda. Não temos tempo para nada disso... Não temos interesse em nenhuma dessas fofocas que têm aparecido”.[12](#)

Enquanto o WMAP continuava produzindo observações e os teóricos esperavam que os resultados os ajudassem a compreender a teoria da inflação e a resolver outras questões, eles não pararam de trabalhar. Havia novos modelos de inflação que iam além das conhecidas quatro dimensões de nosso universo. Em 2000, Hawking mencionara o possível papel das p-branas na inflação. Alan Guth, o fundador da teoria da inflação, também estava estudando a possibilidade de inflação nos modelos de “mundo brana”. Natalia Shuhmaher e Robert Brandenberger, da Universidade McGill, em Montreal, propuseram um modelo, em 2006, em que um gás quente de branas produzia a inflação. O modelo deles tinha todas as dimensões espaciais, começando de modo extremamente compacto, com as dimensões extras, além das nossas conhecidas três, agrupadas no que foi chamado de “orbidobra”. Bem no início do universo, o gás de branas se expandiu, e a densidade de sua energia diminuiu até que as três conhecidas dimensões espaciais experimentaram um período inflacionário.[13](#)

Hawking permaneceu na casa grande e confortável que ele e sua segunda esposa haviam construído juntos. Pela primeira vez desde o início de seu primeiro casamento, estava morando sozinho, embora ainda com o acompanhamento de enfermeiros. Voltara a ter um relacionamento próximo com Jane, os filhos e os netos, uma relação que havia se deteriorado ao longo dos quinze anos anteriores, principalmente durante o desagradável período das alegações de abuso, em que

ele declinara das preocupações dos outros. Tudo parecia levar a crer que haviam optado por deixar para trás aquele capítulo difícil de compreender de sua vida.

Anos gordos e secos no Canal

Embora o teórico das cordas Brian Green dissesse, para a plateia de uma palestra em 2011, que os teóricos das cordas estavam “felizes como porcos na merda”, nem sempre fora assim. Nos anos que precederam essa observação, começando no século passado, o curral nem sempre pareceu tão atraente. Já em 1986, ficou claro para os teóricos das cordas que a quantidade de diferentes maneiras como as dimensões extras podiam encurvar-se era angustiantemente grande,[14](#) e isso era considerado uma grave deficiência da teoria das cordas. Entretanto, naquele mesmo ano, Andrei Linde animou seus colegas ao insistir, em seu primeiro artigo sobre inflação eterna, que essa multiplicidade de tipos de compactação (encurvamento) “deveria ser considerada não uma dificuldade, mas uma virtude dessas teorias, já que aumenta a probabilidade da existência de miniuniversos em que pode aparecer vida como a nossa”.[15](#)

Uma alegria veio em 1997, quando Maldacena, na época em Harvard, introduziu uma ideia conhecida como dualidade ADS-CFT,[*](#) que sugeria uma conexão entre a teoria quântica de campos convencional e um tipo de teoria de cordas. Lembremos que dualidades são situações em que duas teorias muito diferentes (que às vezes parecem contraditórias) descrevem com precisão a mesma coisa. A ideia de Maldacena era uma conjectura não comprovada, mas que prometia, finalmente, fornecer uma base matemática genuína para a teoria de cordas, e por esse motivo teve forte influência sobre o desenvolvimento subsequente da teoria de cordas. A “correspondência ADS-CFT” também tinha implicações significativas para o relacionamento entre a teoria de cordas e os mundos branas,[16](#) e Hawking achava que a ideia tinha algo a oferecer a respeito do paradoxo da informação, intervindo a favor da não perda de informação.[17](#)

Então, mais um desalento. Em 2000, Joe Polchinski, da Universidade da Califórnia-Santa Barbara, e Raphael Bousso, da Universidade da Califórnia-Berkeley, descobriram que as equações básicas da teoria de cordas tinham um número verdadeiramente astronômico de possíveis soluções, cada uma representando uma forma diferente de descrever um universo. Demorou um pouco até que alguém conseguisse descobrir se uma dessas soluções era estável, mas isso foi ajustado em 2003. Existem, na verdade, 10^{500} delas. O problema que esse número enorme representava era que a teoria das cordas nunca poderia ser provada como sendo certa ou errada. Quase *qualquer* resultado experimental seria consistente. Como o leitor se lembrará do capítulo 2, isso não é nada bom para uma teoria.

Mais uma vez, foi Andrei Linde que resolveu o problema, argumentando que isso não era tão terrível assim. A teoria da inflação eterna estava, na verdade, prevendo exatamente essa situação.

Primeiro, vejamos o problema do encurvamento... ou não problema.

O encurvamento torna-se um evento olímpico

Quando surge um novo universo, nem todas as dimensões espaciais previstas pela teoria das cordas inflam. Algumas permanecem invisíveis, mas têm um papel importante na decisão sobre a forma que tem o novo universo. Os teóricos descobriram que elas não são apenas inevitavelmente encurvadas. A maneira como elas se curvam determina as leis aparentes da natureza naquele universo específico.

No fim dos anos 1980 e início dos 1990, quando Hawking pensava sobre buracos de minhoca e universos bebês, ele sugerira que as massas de partículas e outros números fundamentais da natureza podem não ser fundamentais para a totalidade dos universos, mas diferentes para cada universo. Podem ser “variáveis quânticas” – números fixados aleatoriamente no momento da criação de cada universo. Um lance de dados, sem ter como saber, a partir de uma teoria, que número dará.

Na teoria-M, não era mais um lance de dados. Como Hawking e Mlodinow observaram em *O grande projeto*, “a forma exata do espaço interno determina os valores de constantes físicas, como a carga do elétron e a natureza das interações entre partículas elementares”.¹⁸ Em outras palavras, as leis fundamentais da teoria-M permitem diferentes leis da natureza em diferentes universos, do mesmo modo que a Constituição dos Estados Unidos da América permite diferentes leis locais em cada estado. O *significado* das leis da natureza em um universo é determinado pela forma como as dimensões extras são encurvadas.

Linde e seus colegas calcularam as diferentes maneiras como as dimensões extras podiam se encurvar, cada uma levando a um universo único.¹⁹ O número é enorme, muito além da imaginação. O encurvamento tornou-se, de fato, um esporte olímpico. A prosaica palavra “multiverso” é tristemente falha como nome para tudo isso. Azar nosso que John Wheeler não esteja mais entre nós para escolher um nome melhor.

De cima para baixo

No início da década, Hawking e Turok deixaram o instanton da ervilha descansando no armário e seguiram numa direção diferente. Turok começou a preferir modelos “cíclicos”, em que o universo se expande a partir de um Big Bang, em algum ponto se contrai em um Big Crunch e, então, ressurgem em outro Big Bang, em um ciclo que não para de se repetir.

Hawking estava mais interessado em modelos de inflação eterna. O fato de haver, talvez, possibilidades infinitas de tipos de universo nesse modelo torna difícil, alguns diriam impossível, calcular a diferença de probabilidade de um tipo de universo em relação a outro. Sem se assustar com esse problema matemático irritante, Hawking estava determinado a tentar, e, ao fazê-lo, ia utilizar algo que ainda era controverso entre seus colegas, o princípio antrópico.

A controvérsia sobre o uso do princípio antrópico, que chegara ao ápice quando Hawking e Turok apresentaram seu instanton de ervilha, ainda não havia acabado. Entretanto, Martin J.

Rees, velho amigo de Hawking, e Mario Livio deram ao princípio antrópico e seu uso mais respeitabilidade quando escreveram, em um artigo de 2005, que o “‘argumento antrópico’ não apenas tem uma função em discursos científicos especulativos válidos, mas pode, na verdade, ter poder profético para classificar os cenários cosmológicos admissíveis”. Ainda que “tais discussões façam esquentar o sangue de muitos cientistas... ele pode, de fato, ser uma das muitas ferramentas do estojo cosmológico”.[20](#) Hawking estava se preparando para tratá-la como uma ferramenta poderosa.

Em fevereiro de 2006, ele e Thomas Hertog colaboraram em um artigo relatando o trabalho em que combinaram a paisagem das cordas de múltiplos universos com as condições iniciais da proposta de não limite. A sugestão deles era que imaginássemos o início do universo como uma sobreposição de todas as possíveis formas em que ele poderia ter existido no cenário da teoria das cordas – por exemplo, caso se fosse retirar uma carta de um baralho incrivelmente grande, visualizar ao mesmo tempo todas as possibilidades de carta. Cada possibilidade produz um futuro diferente. Estamos diante de um universo que tem muitos e muitos inícios possíveis e muitas e muitas histórias possíveis. Como Hawking brincou, em uma palestra na Caltech naquele ano: “Haverá uma história em que a Lua é feita de queijo francês, mas a amplitude dela é baixa, o que não é nada bom para os ratos”.[21](#)

Hawking e Hertog se restringiram a um modelo com um cenário simples que permitira diversas histórias inflacionárias diferentes para o universo. Seria necessário se colocar “no início” e começar a calcular as probabilidades de esses universos emergirem? Não. Na abordagem “de cima para baixo” de Hawking, começa-se com o presente, observando-se o universo na forma em que ele atualmente existe, e então se trabalha para trás, decidindo sua provável aparência para que cada estado inicial permita a existência posterior do universo povoado que conhecemos. Dessa maneira, o estado presente do universo “seleciona” o passado.

Hawking e Hertog estudaram as consequências observacionais das condições iniciais de não limite e sugeriram um esquema para testar sua teoria. Se esse for um modo válido de trabalhar, haverá sutis diferenças na RCFM e nos espectros de ondas gravitacionais em relação a como essas seriam se a teoria da inflação-padrão estivesse correta. Ele achava que a tecnologia futura seria capaz de descobrir essas sutilezas.[22](#)

Hawking realizou uma palestra na Caltech, em 2006, controlando o computador com o músculo da bochecha. Intitulada “As origens do universo”, incluía algumas das novas ideias que ele e Hertog vinham tendo. Hawking descreveria com mais detalhes sua abordagem de cima para baixo, mais tarde, no livro *O grande projeto*.

Chaves secretas e aventuras cósmicas

Quando o romance *Jaded*, de Lucy Hawking, foi lançado, na primavera de 2004, e ela começou a escrever um segundo, *The accidental marathon*, ela falara com muitos jornalistas a respeito de seus livros. Lucy não ficou muito surpresa, mas, de certa forma, sentiu-se incomodada ao ver que as perguntas sobre ela e sua obra terminavam sempre em perguntas sobre seu pai.

A vida de Lucy passou por uma mudança complicada. Seu casamento fora curto, e, logo depois da separação, seu filho William fora diagnosticado com autismo. “Senti que meu coração estava aos frangalhos”, falou.²³ Jane insistira que ela não desistisse de encontrar o tratamento mais eficiente possível. William, conseqüentemente, estava muito bem. Tinha muito orgulho do avô, não por causa de suas conquistas físicas, mas porque “vovô tem rodinhas”. E Hawking retribuía o afeto. Seu escritório era repleto de fotografias de William, e até incluía uma foto do neto em *O universo numa casca de noz*.

A resposta de Lucy quando os jornalistas se mostravam mais interessados em seu pai do que nela foi prática. Aceitara que, quando não se pode vencê-los, deve-se juntar-se a eles. Escreveria um livro em colaboração com o pai.

Em junho de 2006, Lucy acompanhou seu pai numa viagem para Hong Kong e Pequim, onde a recepção foi ainda mais ruidosa do que o normal. Quando desceram do avião, os policiais precisaram formar um corredor humano, controlando a multidão, de modo que conseguissem chegar ao elevador e partir para o hotel. Mesmo com todo o esforço para protegê-lo, Hawking quase foi derrubado. Ele se manteve impassível. Queria ser fotografado com aquele “scrum de rúgbi” formado por estudantes animados, mas as fotos das manchetes dos jornais capturaram apenas ele e os policiais com expressão de desespero, até que as coisas se acalmaram um pouco e ele tirou uma foto com um grupo bem-comportado de crianças que desenrolaram uma faixa receptiva maior do que eles. Dois graduandos de física da Universidade de Ciência e Tecnologia de Hong Kong, onde Hawking faria uma palestra, tiveram a honra de presenteá-lo com flores. Paul Chu Ching-wu, o presidente da universidade, comentou: “Ele é um dos cientistas mais famosos de todos os tempos. Se é possível dizer que Isaac Newton mudou o mundo, Stephen Hawking mudou o universo”.²⁴

Stephen e Lucy Hawking aproveitaram a oportunidade dessa viagem bem divulgada para anunciar que escreveriam em coautoria um livro infantil. *George’s secret key to the universe* foi o primeiro dos livros que escreveram juntos. Trazia não apenas as aventuras espaciais de seu jovem herói George, com seus vizinhos – o cientista Eric e sua filha Annie – e com Cosmos, um supercomputador, mas também abordavam outras questões que diziam respeito a Hawking. Confrontado com a poluição das cidades chinesas, ele expressou sua preocupação com a possibilidade de a Terra “acabar como Vênus, com 250 graus centígrados e chovendo ácido sulfúrico”.²⁵

Na série de livros de George, Lucy realmente deu a pessoas como os jornalistas que a incomodaram parte do que esperavam. *George’s secret key to the universe* e *George’s cosmic treasure hunt*,²⁶ os dois primeiros do que esperamos se transforme numa série, são deliciosos e instrutivos, e também mostram um pouco das personalidades e vidas de Hawking e sua família. O físico Eric é inconfundivelmente Hawking, mas sem a deficiência física. Sua paixão pela física e a insistência em compartilhar seu conhecimento, sua curiosidade insaciável, sua devoção sincera ao trabalho, seu amor por crianças – está tudo lá. Disseram-me que a maravilhosa e respeitável personagem Mabel, avó de George, com sua surdez seletiva, é um retrato reconhecível da mãe de Hawking, Isobel. Quando George se encontra em uma conferência de física de alto nível e se atreve a erguer a mão para fazer uma pergunta, está recontando uma

história da família de Hawking: quando Robert, irmão mais velho de Lucy, tinha oito anos, ele acompanhou o pai numa conferência de físicos teóricos. Sentou-se na primeira fila e escutou com atenção, concordando com a cabeça, e então ergueu a mão para fazer uma pergunta inteligente. A descrição da maneira ponderada e séria como os físicos no livro trataram a pergunta de George é um tributo aos colegas reais de Hawking. A ciência nos livros é a ciência de Hawking: buracos negros, radiação Hawking, o paradoxo da informação, a busca por outros planetas para serem colonizados por humanos.

Lucy contou a jornalistas que havia vários motivos para escrever os livros de “George”. Seu filho tinha dez anos, e ela tinha um sobrinho também chamado George, filho de Robert e sua esposa Katrina. *George’s secret key to the universe* fora dedicado a ele e a William. Lucy queria criar, em parceria com o pai, um livro que explicasse, para essas crianças, parte do trabalho que ele havia feito. Notara o interesse quando algumas crianças acompanhadas de seus pais reuniam-se ao redor de Stephen nas festas de aniversário de William, impressionada com o fato de ele se dispor a responder às perguntas e explicar-lhes sua ciência. Lucy o vira gastar tempo e se esforçar para dar-lhes respostas boas, ponderadas e informativas, que também as faziam rir. Hawking disse que, como as crianças, a maioria de nós cresce cheia de curiosidade e encanto. Tudo é possível. E isso não mudou nele. É assim que ainda se sente, e ele e Lucy queriam encorajar esse sentimento nos jovens leitores.

Trabalhar com o pai no livro deu a Lucy uma oportunidade de ver como ele trabalhava em seu campo de atuação, e isso, comentou depois, alterou o relacionamento que tinham. Embora não ache que Stephen tenha mudado muito – talvez suavizado um pouco –, Lucy nunca tivera a chance de ver esse lado dele. “Ele tem a incrível capacidade de guardar quantidades enormes de informação em sua cabeça, mas também de selecionar detalhes importantes e fazer comentários breves, que podem transformar completamente seu ponto de vista.”²⁷ Ela ficou intimidada com a velocidade e clareza de seus pensamentos e com o talento que ele tem para juntar as coisas e encaixá-las.

Em novembro de 2006, Hawking estava mais uma vez enfatizando, numa entrevista para a rádio BBC, que o futuro da raça humana depende de colonizarmos outro planeta, não em nosso sistema solar, mas orbitando outra estrela.²⁸ Tinha esperanças de ir ele mesmo para o espaço. Um mês depois, Hawking mencionara, numa entrevista, que seu próximo objetivo era participar de um voo espacial, e “talvez Richard Branson me ajude” – e Branson logo se ofereceu para ajudá-lo. Haveria espaço para ele, em 2010, no voo espacial, suborbital da Virgin Galactic. Paris Hilton e William Shatner iriam também. Hawking não esperava que Branson lhe levasse a outro planeta habitável, mas tinha certeza de que essas viagens aconteceriam no futuro, e os personagens fictícios nos livros que escrevera em parceria com Lucy acompanhavam essa intuição.

Ainda em 2006, 25 mil pessoas responderam, em um blog, à pergunta de Hawking: “Em um mundo que esteja caótico política, social e ecologicamente, como pode a raça humana se sustentar por mais cem anos?”. Não é de estranhar que ele achasse que suas ideias realmente pudessem influenciar as políticas públicas! Na postagem que se seguiu, ele mencionou engenharia genética, dessa vez não como algo talvez indesejável que fosse acontecer de qualquer

forma, mas com a esperança utópica de que pudesse transformar os humanos em seres “sábios e menos agressivos”.[29](#)

Na viagem para a China em companhia de Lucy, Hawking mais uma vez brincara com a proibição, pelo papa João Paulo II, de cientistas estudarem a origem do universo, e disse que estava feliz pelo fato de o papa não conhecer o tópico de sua fala, pois “não gostava da ideia de ser entregue para a Inquisição, como fora Galileu”. O Vaticano parecia capaz de fazer vistas grossas para comentários assim, mas líderes católicos ficaram sabendo da citação e da observação irreverente, sem levar em consideração o contexto em que foram feitas. Em resposta exaltada, o presidente da Liga Católica, Bill Donohue, disse que Hawking “deveria parar de distorcer as palavras do papa”: “Há uma diferença monumental entre dizer que existem certas questões que a ciência não consegue responder – que é o que o papa falou – e pronunciamentos autoritários alertando cientistas a recuar”.[30](#) A declaração do papa, como vimos, não fora uma descrição errada do estado do conhecimento científico à época em que foi feita, e não havia ameaças para que pessoas temessem ter o mesmo destino de Galileu. Suas palavras foram:

Toda hipótese científica sobre a origem do mundo... deixa sem respostas o problema referente ao início do universo. Sozinha, a ciência não consegue resolver essa questão: exige conhecimento humano que está além da física, da astrofísica e do que chamamos de metafísica; o que é necessário, acima de tudo, é o conhecimento que vem a partir da revelação de Deus.[31](#)

Hawking levou a sério as palavras do presidente da Liga Católica. Em suas visitas ao Vaticano como membro da Academia Pontifícia, não voltou a mencionar o incidente ou Galileu. O papa João Paulo II reconheceu, em um discurso em 1992, que a Igreja Católica Romana errara em condenar Galileu, uma confissão que Hawking, quando visitara o Vaticano em 1973, dissera que esperava que um dia seria feita. Era hora de fazer as pazes.

Gravidade zero

Em abril de 2007, Hawking participou de uma aventura que esperava ser o primeiro passo rumo a um voo espacial real. Era um voo que oferecia a passageiros a experiência de gravidade zero, de ausência de peso. Ninguém tinha certeza de como aquele corpo frágil reagiria. Mas sem problemas! Hawking fez oito rodadas de ausência de peso, quatro minutos no total, mais do que qualquer pessoa imaginava, exceto talvez ele mesmo: “Eu poderia ter continuado, sem parar!”, falou.[32](#) Os quatro médicos e duas enfermeiras que monitoraram a pressão sanguínea e acompanharam os cardiogramas e os níveis de oxigênio do sangue durante toda a experiência concordaram.

Uma empresa chamada Zero Gravity oferecia esses voos. Era assim que funcionava: o avião faz um trajeto parabólico, como uma montanha-russa. Quando o avião sobe, os passageiros sentem uma aceleração quase duas vezes mais forte que a gravidade que normalmente sentem na Terra. Próximo ao topo da parábola, sentem que estão em queda livre por aproximadamente

25 segundos. O trajeto é então repetido; no caso de Hawking, oito vezes.

Hawking tinha mais um motivo para realizar esse voo e, esperava, um voo espacial no futuro – espalhar sua convicção de que colonizar outros planetas é a única esperança que temos para um futuro mais longo.

Será bem difícil evitar o desastre no planeta Terra nos próximos 100 anos, sem contar nos próximos mil ou um milhão. A raça humana não deveria ter todos os ovos em uma única cesta ou em um planeta. Retirar uma parte da raça humana do planeta é imperativo para nosso futuro enquanto espécie.^{[33](#)}

Existe, ele insistiu, um grande mercado de massa no futuro para serviços voltados ao turismo espacial. “Precisamos cuidar da máquina empreendedora que reduziu o custo de tudo, desde bilhetes de avião até computadores pessoais.”^{[34](#)}

O terceiro motivo para Hawking realizar esse voo foi encorajar outros deficientes a sair e tentar coisas assim. Se ele conseguia fazer, outros também conseguiriam. Embora isso não valha para criar teorias a respeito da origem do universo, no que se refere a aventuras como ausência de peso, por que não? A resposta óbvia que vem à mente de imediato é o preço.

Físico itinerante

O ano de 2008 foi fenomenalmente repleto de viagens para Hawking, e ainda mais para sua valiosa assistente pessoal, Judith Croasdell, cuja tarefa era realizar viagens preparatórias a fim de inspecionar, planejar as visitas com seus anfitriões e fazer todos os arranjos pontuais necessários. Disseram-lhe, quando fora contratada, que “a assistente pessoal não viaja”. Isso pode ter valido para outras assistentes, mas não para Judith.

Em janeiro, seu destino foi o Chile; a ocasião foi um encontro científico em Valdivia para celebrar o 60º aniversário do mais importante físico chileno, o carismático Claudio Bunster, que fora responsável pela visita de Hawking ao Chile e à Antártida dez anos antes. Do Chile, enfrentando a dificuldade de levar Hawking em sua cadeira de rodas para uma parte remota do mundo, com terrenos assustadoramente irregulares, onde o acesso de deficientes estava apenas começando a ser considerado uma inclusão importante, seu séquito voou com ele até a Ilha de Páscoa. Para Judith Croasdell, que vivera por muitos anos no hemisfério sul, nas ilhas do Pacífico, e estudara a história do Pacífico, essa viagem foi o “Cálice Sagrado”.

Em maio foi à África do Sul. Na Cidade do Cabo, Hawking visitou o Instituto Africano para Ciências Matemáticas (aims), um instituto para estudos de pós-graduação que atrai os melhores alunos de toda a África e dá apoio ao desenvolvimento da matemática e das ciências em todo o continente. Neil Turok, amigo e colega de Hawking, fundador do aims, ajudara a organizar a viagem. Hawking conheceu Nelson Mandela e lançou a Iniciativa Próximo Einstein, um programa do aims que, segundo Hawking, em sua palestra, se esperava que produzisse “um Einstein africano”.

Em setembro, convidado pela Universidade de Santiago de Compostela, Hawking aterrisou naquela famosa e bela cidade espanhola de peregrinação para receber o Prêmio Fonseca, que celebra pessoas proeminentes na comunicação da ciência para o público geral. Judith Croasdel recorda que “foi uma viagem dura, com altas expectativas e uma enorme coletiva de imprensa. Essa conversa com a imprensa foi longa demais, e os repórteres fizeram muitas perguntas (mais de quarenta para Stephen escolher). Hawking escolheu catorze – o que era muito”. Lucy o acompanhou nessa jornada, para divulgar a edição espanhola de *George’s secret key to the universe*.

Com viagens mais extensas e sua palestra para a Caltech na mente naquele ano, Hawking estava um pouco menos pessimista sobre a possibilidade de viajar através de um buraco de minhoca para outro universo. Ele indicou uma nova possibilidade, buracos negros nas dimensões extras do espaço-tempo. Não se propagaria luz pelas dimensões extras, apenas através das já conhecidas quatro, mas a gravidade as afetaria e seria muito mais forte do que costumamos ter. Isso facilitaria muito a possibilidade de um pequeno buraco negro se formar nas dimensões extras.

Em sua palestra, enquanto falava sobre a história geral dos buracos negros, ele descreveu a radiação Hawking de maneira diferente. Não estava renegando a versão que envolvia pares de partículas, era apenas uma forma alternativa de se pensar sobre isso. Se uma partícula está em um buraco negro muito pequeno, sabe-se com boa precisão onde ela está. Devido ao princípio da incerteza, quanto mais certeza se tem sobre sua posição, menos certeza se terá sobre sua velocidade. Assim, quanto menor for o buraco negro, mais incerteza se tem sobre a velocidade de uma partícula. Poderia até ser maior que a velocidade da luz, e isso permitiria que a partícula escapasse do buraco negro. Nessa descrição, a radiação Hawking vem, *sim*, de dentro do buraco negro.

Seria possível cair dentro de um buraco negro e sair em outro universo? Ele achava que sim. Não abandonara a ideia dos buracos de minhoca. Mas não se podia voltar para o mesmo universo; assim, ele, pessoalmente, não tentaria isso, apesar de ser uma das pessoas mais intrépidas e apaixonadas por viagens do mundo.

“Sempre segui em uma direção de certa forma diferente”

“É de surpreender que previsões arrojadas de eventos nos primeiros momentos do universo agora possam ser confrontadas com medições sólidas”, comentou o pesquisador-chefe do WMAP, Charles Bennett, em março de 2008.¹ Os resultados do quinto ano mostraram que os dados do WMAP estavam colocando vínculos mais estreitos nas teorias da inflação, ainda que apoiassem a inflação de modo geral. Ao mesmo tempo, o WMAP descobrira algo que ninguém havia previsto – uma misteriosa quebra na distribuição geral aleatória de variações de temperatura na RCFM, um “ponto gelado”.² Tudo que se podia dizer com certeza sobre isso era “cuidado com esse ponto”, mas até agora nenhuma das explicações propostas representou um problema para a teoria da inflação.

A corrida para encontrar evidências experimentais e observacionais que confirmassem o que era teórico havia muito tempo estava acontecendo não apenas no espaço, mas também na terra – e abaixo dela. Com a ligação do Grande Colisor de Hádrons [Large Hadron Collider – LHC] no CERN, em 11 de setembro de 2008, eram altas as expectativas de que esse tão aguardado instrumento pudesse, enfim, relevar os bósons de Higgs.

Hawking vs. Higgs

Peter Higgs propusera a existência dos bósons de Higgs em 1964 e o viu tornar-se parte do modelo-padrão da teoria cosmológica. Em uma coletiva de imprensa em 2008, ele se exaltou – “lançou um ataque”, foi como a manchete do *Sunday Times* descreveu³ – com um comentário que Hawking fizera em uma entrevista para a BBC.

A relação menos que cordial entre Higgs e Hawking já vinha desde 1996. Hawking publicara um artigo em que afirmava que seria impossível observar a partícula de Higgs. Até 2000, não se provou o contrário. Quando, enfim, naquele ano, se encerrou o experimento Grande Elétron Pósitron [Large Electron Positron – LEP], no CERN, sem ter produzido provas definitivas da partícula de Higgs, Hawking recebeu 100 dólares por uma aposta com o colega Gordon Kane, da Universidade de Michigan. Outra aposta de Hawking contra a partícula de Higgs ainda estava por ser resolvida, aguardando o final de experimentos similares no Fermilab, próximo de Chicago. A troca entre Hawking e Higgs ultrapassou os limites usuais de discussões científicas

acaloradas quando Higgs, em um jantar em Edimburgo, em 2002, falou sobre Hawking que “era difícil fazer com que participasse de discussões, pois ele se safava com pronunciamentos de um modo que outras pessoas não faziam. Seu status de celebridade lhe dá uma credibilidade instantânea que outros não têm”. Hawking contra-atacou: “Espero que se possa discutir questões científicas sem ataques pessoais”, e Higgs, em particular, fez as pazes explicando a Hawking o contexto de seus comentários. Hawking disse que não estava ofendido, e as coisas se ajeitaram, mas Hawking nunca mudou sua opinião de que a partícula de Higgs estava além do alcance de qualquer experimento.

Em uma coletiva de imprensa pouco antes do início do funcionamento do LHC, em setembro de 2008, Hawking abriu velhas feridas ao comentar que achava “que será muito mais excitante se não encontrarmos as Higgs. Isso mostrará que algo está errado e que precisamos repensar. Tenho uma aposta de 100 dólares em que digo que não encontraremos as Higgs”.⁴ Higgs reagiu com declarações depreciativas do trabalho de Hawking: “Do ponto de vista da física de partículas, da teoria quântica, deve-se colocar mais do que apenas gravidade na teoria para torná-la consistente, e acho que Stephen não fez isso. Tenho muitas restrições em relação a seus cálculos”.⁵ Hawking argumentou que era possível que o LHC produzisse resultados mais interessantes, como a descoberta dos parceiros supersimétricos. “Sua existência seria uma confirmação-chave para a teoria das cordas”, falou Hawking, “e eles poderiam constituir a misteriosa matéria escura que mantém as galáxias juntas. Mas, não importa o que o LHC encontre, ou deixe de encontrar, os resultados vão nos dizer muito sobre a estrutura do universo.”⁶ O comentário do *Sunday Times* de que “os bofetões deles podem enviar ondas de choque para todo o meio científico” era um pouco de exagero, mas não se podia condenar Higgs, com 79 anos, por estar ardorosamente ansioso para que sua teoria fosse, enfim, confirmada.

Hawking tinha outras preocupações com o LHC. Ele mencionara, em sua mais recente palestra na Caltech, que achava que era possível observar buracos negros microscópicos resultantes de colisões no Colisor. Caso fosse possível, esses buracos negros seriam partículas radiantes em um padrão que reconheceríamos como radiação Hawking.⁷ Ele poderia ganhar um Prêmio Nobel.* Também mencionara mais uma vez que flutuações na RCFM podem ser pensadas como radiação Hawking a partir do período inflacionário de nosso universo, agora congelado.

Infelizmente para Higgs e para Hawking, e para muitas outras pessoas, exatamente nove dias depois de ter ligado o Grande Colisor de Hádrons, o CERN teve de desligá-lo. Uma conexão elétrica errada permitiu um vazamento de hélio no túnel que abrigava o colisor e causou danos nos ímãs do supercondutor que guiam as partículas subatômicas pelo aparelho. Demorou um ano para o LHC voltar a funcionar.

A partícula Higgs, na época em que este livro é escrito, continua cercada de incertezas. Até o final de fevereiro de 2011, após uma breve pausa para manutenção, pesquisadores estavam se preparando para mais uma tentativa. “Sabemos que ou vamos descobrir a partícula Higgs ou vamos excluí-la, e em ambos os casos será um grande resultado”, falou Sergio Bertolucci, diretor de Pesquisa e Computação Científica do CERN. “Logicamente, é mais difícil vender como um grande resultado se não a encontrarmos, mas se a Higgs não existe, deve haver alguma outra coisa em seu lugar.”⁸

O comedor de tempo

Em setembro, quando Higgs e ele ainda estavam trocando farpas, Hawking tivera a honra de desvelar um acréscimo aflitivamente bonito para a paisagem do velho centro de Cambridge. A Corpus Christi College, que tem o pátio mais antigo de Cambridge, tornou-se o lar desse novo fenômeno, um relógio mecânico muito grande, na esquina da Bene't Street com a King's Parade.⁹ Não tem ponteiros, mas informa os segundos, os minutos e as horas com o que parecem ser pequenas luzes azuis piscantes em forma de lágrima movendo-se em círculos concêntricos ao redor da brilhante face do relógio, que tem um metro e meio de diâmetro. Laminado em ouro puro, a enorme face é projetada para parecer ondas e rugas irradiando, como se uma pedra tivesse sido jogada dentro um poço de metal fundido. As ondas representam a explosão do Big Bang, emitindo ouro vibrante.

O reluzente dispositivo homenageia um dos maiores relojoeiros da história, John Harrison, um pioneiro do século XVII, cuja principal invenção foi um “escapamento gafanhoto”. O criador e doador do relógio, John Taylor, fora graduando na Corpus na década de 1950 e desde então se tornara um inventor fenomenalmente bem-sucedido. Também era apaixonado por relógios antigos. Taylor transformou seu “gafanhoto” em um assustador e crostoso gafanhoto gigante. Esse animal, ao mesmo tempo ameaçador, bonito e esquisito, rasteja inexoravelmente pela borda superior do relógio. Funciona enfiando suas garras nos dentes da grande roda mecânica de escapamento, que gira ao redor da borda externa da face do relógio e, assim como o gafanhoto de Harrison, contém e controla a velocidade de rotação. Esse monstro sinistro é “cronófago” ou “comedor de tempo”.¹⁰

Quando o relógio da Corpus completa uma hora, ele solta um badalo, não de sinos, mas com um som de matraca produzido por correntes de ferro balançando sobre um caixão de madeira, com um martelo batendo sobre a porta de madeira, tudo no interior do relógio.

Parecia correto ser Hawking o escolhido para inaugurar esse aparelho incrível. Quase todo mundo associa Stephen Hawking com o Big Bang e a “breve história” do tempo. Ele domou o tempo transformando-o em outra dimensão espacial. Também parecia ter, milagrosamente, estendido seu próprio tempo – desafiando, talvez, a terrível criatura no topo do relógio.

Uma celebração mais silenciosa

Mas o tempo estava mesmo passando, até para Hawking. Um ano depois, em 30 de setembro de 2009, obedecendo a uma resolução da Universidade de Cambridge de que os professores lucasianos de matemática se aposentam aos 67 anos de idade, ele abriu mão do título que mantivera por trinta anos. Seu sucessor seria Michael Green, um ilustre físico teórico especializado em teoria de cordas.

Ao contrário da celebração do 60º aniversário de Hawking, sua demissão do cargo de professor lucasiano foi realizada em silêncio, com uma recepção à base de champanhe no

departamento. Sua aposentadoria representava poucas mudanças. A programação cheia, a pesquisa, o status no DAMTP permaneceram iguais. Seu título seria agora diretor de Pesquisa do Centro de Cosmologia Teórica de Cambridge. Ele manteve seu espaçoso escritório de esquina, e a assistente pessoal e o pós-graduando assistente não foram retirados das salas ao lado. Em uma mensagem sonora para o *Newsnight* da BBC, Hawking reiterou que, na verdade, não estava se aposentando, mas meramente mudando de título, e completou:

Tem sido uma época gloriosa por estar vivo e fazer pesquisas em física teórica. Nossa imagem do universo mudou muito nos últimos quarenta anos, e estou feliz por ter feito uma pequena contribuição. Quero compartilhar minha alegria e meu entusiasmo. Não há nada como o momento do Eureka, ao se descobrir algo que ninguém sabia antes. Não vou comparar com o sexo, mas dura mais tempo.[11](#)

No ano anterior, Hawking ficou fazendo declarações ameaçadoras sobre a possibilidade de abandonar Cambridge e a Inglaterra – sua maneira de protestar contra as propostas de cortes draconianos no financiamento público para o tipo de pesquisa básica que ele faz e o tipo de educação científica que tenta inspirar jovens a escolher. Os recursos seriam direcionados, em vez disso, para aplicações industriais de ciências, que algumas pessoas acreditavam que fosse trazer dinheiro para o Reino Unido. Hawking clamava contra essas prioridades, chamando-as de “ignorantes em relação ao passado e cegas para o futuro”, havia mais de uma década. “Exigir que projetos de pesquisa sejam industrialmente relevantes é ridículo. Quantas grandes descobertas do passado que sedimentaram os alicerces de nossa tecnologia moderna seriam realizadas por meio de pesquisas voltadas para a indústria? A resposta é: praticamente nenhuma.”[12](#)

Caso se mudasse, para onde iria? Hawking gostava de trabalhar como visitante no Instituto Perimetral de Física Teórica, um centro de pesquisas de primeira linha em Waterloo, Ontário, onde Neil Turok era agora diretor. Havia rumores de que, com a aposentadoria, ele assumiria um cargo lá. Entretanto, Hawking não abandonou Cambridge e provavelmente nunca o fará. Apesar da mudança de título, dos cortes de verba e de sua condição física e da capacidade de transmitir ideias inexoravelmente deterioradas, seu objetivo permanecia surpreendentemente ambicioso: “Uma compreensão total do universo, por que ele é da forma que é e por que existe”.[13](#) E quanto tempo levaria? Em uma entrevista para o *Charlie Rose Show*, no ano anterior, fizeram essa pergunta a Hawking. Ele respondeu repetindo as palavras que usara em 1980, em sua palestra inaugural como professor lucasiano: “Até o fim do século”. E completou com seu sorriso misterioso, pois, embora sua estimativa permanecesse a mesma, havia muito mais do século XXI pela frente do que havia do XX, quando ele fizera essa previsão.

Judith Croasdel, a assistente pessoal de Hawking, começou 2009 literalmente com um estrépito, pois foi corajosa em dar-lhe um mini-lança-foguetes de aniversário. Com seu “brinquedinho de escritório”, ele podia enviar mísseis por toda a sala. Em março, Stephen viajou para Los Angeles e conheceu sua neta Rose. Ele e Lucy dedicaram o segundo livro da série “George” à menina. Rose é filha de Robert Hawking e sua esposa Katrina.

Hawking fez mais uma de suas paradas para palestras em Pasadena, Califórnia. O furor

causado não lhe era tão estranho. Acontecia várias vezes, ocasionalmente até vezes *demais*, todo ano, e mesmo na Caltech, na época quase seu território-natal.

Espaço: a fronteira final

Anunciado pelas trombetas iniciais de *Assim falava Zaratustra*, de Richard Strauss, ele fez sua entrada no centro de convenções lotado, cuja capacidade era de 4.500 pessoas. Aqueles que não sabiam o nome da música pelo menos a reconheciam como a estrondosa música de fundo do filme *2001: uma odisseia no espaço*. Hawking não conseguia mais usar as mãos para conduzir sua cadeira de rodas, uma mudança triste, mas, com as mãos dobradas sobre o colo, ele rodou pelo corredor com uma velocidade considerável. A valsa *Danúbio Azul* – não tão grandiosa nem impressionante, mas mais amigável – substituiu Richard Strauss por Johann Strauss enquanto começou a subir a rampa em direção ao palco. O público aguardava. Nada aconteceu por um tempo. Uma falha? Uma maneira de aumentar as expectativas? O assistente de Hawking apareceu e fez alguns ajustes no *laptop* de Hawking. As mãos de Stephen permaneciam imóveis em seu colo. Ele controlava o computador com um movimento do músculo da face. Logo vieram a voz e as palavras que todos aguardavam: “Conseguem me escutar?”. O público da Caltech comemorou. Stephen Hawking estava de volta!

A palestra de Hawking foi “Por que devemos ir para o espaço”,¹⁴ que ele escrevera no ano anterior como um presente pelo 50º aniversário da NASA e entregara em Washington, DC. Era uma versão mais adulta do capítulo que tinha o mesmo título no “Guia do usuário do universo”, em *George’s cosmic treasure hunt*, também publicado em 2008. Parte de seu discurso, que ele não incluía no livro, tinha a ver com o custo de uma viagem espacial, o que Hawking admitia que não seria baixo, mas ainda representava apenas uma pequena fração do PIB mundial, mesmo que o atual orçamento nacional dos Estados Unidos para exploração espacial tivesse de ser aumentado vinte vezes. Stephen recomendava como objetivos fixar uma base na Lua até 2020 e um pouso tripulado em Marte até 2025, não apenas para explorar o espaço, mas para reacender o interesse público em espaço e ciência em geral. “Uma grande proporção de cientistas espaciais diz que seu interesse na ciência surgiu ao assistirem os pousos lunares”, falou.

Encontraríamos vida lá? Hawking achava que, mesmo que seja pequena a probabilidade de aparecer vida em um planeta adequado, em um universo grande como o nosso deve ter aparecido vida em algum outro lugar. As distâncias entre os lugares onde apareceu vida eram provavelmente grandes demais, e a vida lá quase com certeza não seria baseada em DNA. Outra possibilidade é que os meteoros podem ter espalhado vida entre planetas e até entre sistemas estelares. Se a vida se espalhou desse modo (o processo é chamado de panspermia), não seria de surpreender caso fossem encontradas outras formas de vida baseadas em DNA em pontos próximos de nós.

Uma evidência de que a panspermia pode ter sido a fonte de vida na Terra, segundo ele, é que a vida aqui apareceu estranhamente rápido depois do primeiro instante em que seria possível. A Terra foi formada 4,6 bilhões de anos atrás, e, nos primeiros quinhentos milhões de

anos, estava quente demais para surgir vida. A mais antiga evidência de vida vem de 3,5 bilhões de anos atrás. Isso significa que a vida apareceu apenas quinhentos milhões de anos depois de se tornar possível. Até pode parecer muito tempo, mas na verdade foi incrivelmente curto.

Não fomos, evidentemente, visitados por alienígenas (pelo menos, achamos que não – “Por que eles apareceriam apenas para excêntricos e malucos?”), e parece não haver seres sofisticados, inteligentes próximos de nós na galáxia. O projeto SETI não encontrou qualquer programa televisivo alienígena. É provável que não haja civilização alienígena em nosso estágio de desenvolvimento numa distância de centenas de anos-luz da Terra. “Emitir uma apólice de seguro contra abdução por alienígenas parece ser um negócio bem seguro.”

Hawking mencionou três possíveis motivos para não termos visto alienígenas.

Primeiro, deve ser muito baixa a probabilidade de aparecer vida em um planeta adequado.

Segundo, mesmo que a probabilidade seja alta, deve ser muito baixa a probabilidade de essa vida evoluir para vida inteligente. (Não está claro se a inteligência confere uma vantagem de sobrevivência em longo prazo. Pensemos em bactérias e insetos.)

Terceiro, seres inteligentes que chegam ao estágio de enviar sinais de rádio também chegaram ao estágio de construir bombas nucleares ou armas de destruição em massa similares e podem sempre se autodestruir rapidamente. Hawking considera isso uma piada macabra, mas também disse que, se a vida extraterrestre não se autodestruíu, dado o breve período de existência de vida na Terra comparado com a idade do universo, ainda é improvável que encontremos um exemplo de vida alienígena num estágio reconhecível como humano. Ou seriam muito mais primitivos do que somos, ou tão avançados que nos veriam como impossivelmente primitivos.

Hawking prefere a segunda possibilidade, a raridade não de vida, mas de vida inteligente. “Alguns diriam que isso ainda não ocorreu na Terra.” Por que estamos sorrindo?

A palestra de Hawking foi longa e ponderada. Ele respondeu a perguntas que foram escolhidas previamente entre aquelas submetidas por estudantes e outros membros da comunidade da Caltech: estamos próximos do mundo de *Jornada nas estrelas*? Não esperemos dobras espaciais e replicadores. Teremos de fazer “da maneira mais difícil”, mais lentamente do que a velocidade da luz. Para chegar a destinos distantes, precisaremos de mais de uma geração. As jornadas serão tão longas que as tripulações até teriam tempo para evoluir de maneira diferente, de forma que a raça humana seria dividida em diferentes espécies.

No fim de sua visita à Califórnia, Hawking não estava muito bem para seguir até Phoenix, como planejava. Lucy foi em seu lugar, e sua palestra pré-programada foi transmitida por alto-falantes. De volta a Cambridge, Hawking ficou internado em observação por um breve período, mas tinha sido apenas um mal-estar temporário. Ele estava bem novamente, muito antes da viagem de agosto para Washington, DC, para receber a Medalha Presidencial da Liberdade, de Barack Obama. Em setembro, na Suíça, onde visitou o CERN e a Universidade de Genebra, sua palestra “A criação do universo” lotou um teatro e (por [link](#) de vídeo) mais dez auditórios.

Foi sua aparição em Washington para receber a medalha que provocou um comentário que inesperadamente o trouxe para um debate enorme nos Estados Unidos, já que o presidente Obama estava lutando para passar uma lei sobre serviços de saúde pelo Congresso. Um franco

opositor a todo serviço público de saúde, depreciando o sistema britânico, comentou que, “se Stephen Hawking fosse britânico, ele já estaria morto!”. Hawking respondeu que era, logicamente, britânico, que vivia em Cambridge, Inglaterra, e que “o Serviço Nacional de Saúde cuidou muito bem de mim por mais de quarenta anos. Recebi excelentes cuidados médicos na Grã-Bretanha. Acredito no serviço de saúde universal”.¹⁵ Jane Hawking talvez não fizesse comentários tão elogiosos ao SNS, já que tivera tantos problemas com ele.

Em fevereiro de 2010, a Sociedade Planetária de Pasadena, Califórnia, ofereceu a Hawking o Prêmio Cosmos por Notável Representação Pública da Ciência. Entre os antigos premiados estavam James Cameron, diretor do filme *Avatar*, e a produtora de NOVA, Paula Apsell.¹⁶ Com certa insegurança em relação à saúde de Hawking, uma delegação viajou da Califórnia para Cambridge para fazer a apresentação. A missão da sociedade é “inspirar as pessoas da Terra a explorar outros mundos, compreender o nosso e buscar vida em outras partes”. O informativo para a imprensa anunciando o evento em Cambridge terminava com a frase: “Ingressos esgotados”.

Hawking revelou outra lembrança da rápida passagem do tempo na primavera de 2010. Foi uma experiência incomum: um jardim recebeu seu nome na Apresentação Anual de Flores da Sociedade Real de Horticultura de Chelsea, em Londres. O “Jardim Stephen Hawking para Doenças Neuromotoras: Uma Breve História do Tempo” era dedicado não apenas a ele, mas a todos aqueles cuja vida tenha sido afetada por doenças neuromotoras – pacientes, famílias, cuidadores –, e era de um fato um jardim de emoções embaralhadas. Um caminho em espiral, representando a história da flora na Terra, levava os visitantes de uma área com algumas espécies de plantas antigas até quase o centro do jardim com “férteis plantas mediterrâneas que poderiam produzir alimentos para nós no futuro, caso as condições climáticas permitissem”. Ao centro do jardim, havia um lago no qual a água parecia cair em um vórtice escuro, sem vida – representando um buraco negro, o fim dos tempos. Próximo dali, encaixado em um muro de pedra, havia um relógio antigo, representando a velocidade com que o tempo corre para aqueles que têm doenças neuromotoras. A rainha Elizabeth encontrou-se com Hawking no jardim para admirar o projeto, conversar com ele e parabenizá-lo.

Um veredicto dos céus

O WMAP encerrou sua missão em 2009. Um sumário executivo em janeiro de 2010 anunciou que as flutuações de temperatura em grande escala na RCFM são levemente mais intensas do que as de pequena escala – uma previsão sutil, mas fundamental de muitos modelos de inflação – e confirmou que o universo é mesmo plano.¹⁷ Essa segunda conclusão foi apoiada até mais fortemente do que antes pela aleatoriedade geral das localizações de pontos quentes e frios na RCFM.¹⁸

Enquanto a missão WMAP se preparava para encerrar seus trabalhos,^{*} em maio de 2009 a Agência Espacial Europeia (esa) lançou seu satélite Planck. Parte de seus detectores é projetada para operar a uma temperatura de menos 273,05 °C, apenas um décimo de grau acima do zero

absoluto. Não se esperava uma divulgação formal de imagens, análises e artigos científicos sobre a RCFM antes de 2013, mas a ESA fez um anúncio preliminar de alguns resultados, em janeiro de 2011: “Ainda não achamos o tesouro de verdade, a própria radiação de fundo em micro-ondas”,¹⁹ disse David Southwood, diretor de Ciências e Exploração Robótica da ESA. O primeiro objetivo do projeto fora eliminar algumas fontes do primeiro plano que atrasavam os estudos da RCFM. Muitas coisas podem ter afetado essa radiação durante a evolução do universo, “uma enormidade de astrofísica suja”²⁰ complicando a situação – irregularidades ocasionadas por lentes gravitacionais, fonte de ondas de rádio, buracos negros, até ruídos instrumentais. Os cientistas de Planck tinham se concentrado sobretudo na “emissão anômala de micro-ondas”, um brilho associado a regiões densas e empoeiradas da galáxia, e conseguiram confirmar que isso é proveniente de grãos de areia que começam a girar após colidir com átomos velozes ou luz ultravioleta. Filtrar essa “neblina” de micro-ondas dos dados não distorceria a RCFM. Deixaria a RCFM intacta e permitiria que os dados do Planck revelassem, com detalhes sem precedentes, o fundo cósmico em micro-ondas.

Conforme as observações da RCFM se tornam mais detalhadas e precisas, fica mais difícil a possibilidade de qualquer modelo se ajustar aos resultados. Atingir essa meta torna-se uma evidência cada vez mais convincente para apoiar um modelo. Alguns modelos são deixados de lado. Mas, até agora, parece promissora para a cosmologia inflacionária a conformidade entre observações e previsões relacionadas à RCFM e a forma geral do universo, sua uniformidade em larga escala e a estrutura de escala menor.²¹ Como resumiu John Barrow: “A quantidade cada vez maior de evidências observacionais de um padrão distintivo de variações de temperatura na radiação de fundo em micro-ondas significa que devemos levar muito a sério a ideia de que a parte visível de nosso universo passou por uma onda de inflação em seus primeiros estágios”.²²

Prevê-se que ondas de gravidade provenientes dos instantes logo após o Big Bang tenham deixado um rastro distinto na RCFM,²³ mas esse rastro mostrou-se ilusório. Contudo, há outras maneiras potencialmente melhores de procurar ondas gravitacionais. Kip Thorne, devido a sua fixação por buracos negros, trabalhou com colegas, por algum tempo, no desenvolvimento de instrumentos que consigam detectar e medir mais diretamente ondas gravitacionais que se originam em eventos de buraco negro e no início do universo. Uma técnica é a interferometria a laser.

O interferômetro é um aparelho que divide um raio laser em dois feixes, perpendiculares um ao outro. Cada feixe reflete-se em um espelho, que o envia de volta pelo mesmo caminho. Os dois feixes se recombinam quando se encontram. Cada espelho tem uma grande massa anexada a ele; assim, se a onda de gravidade atravessa o interferômetro, alongando e contraindo o espaço entre as massas (e, portanto, entre os espelhos), isso as desloca um pouquinho e altera as distâncias que os feixes viajam, produzindo padrões de interferência no raio laser (ver figura 19.1).

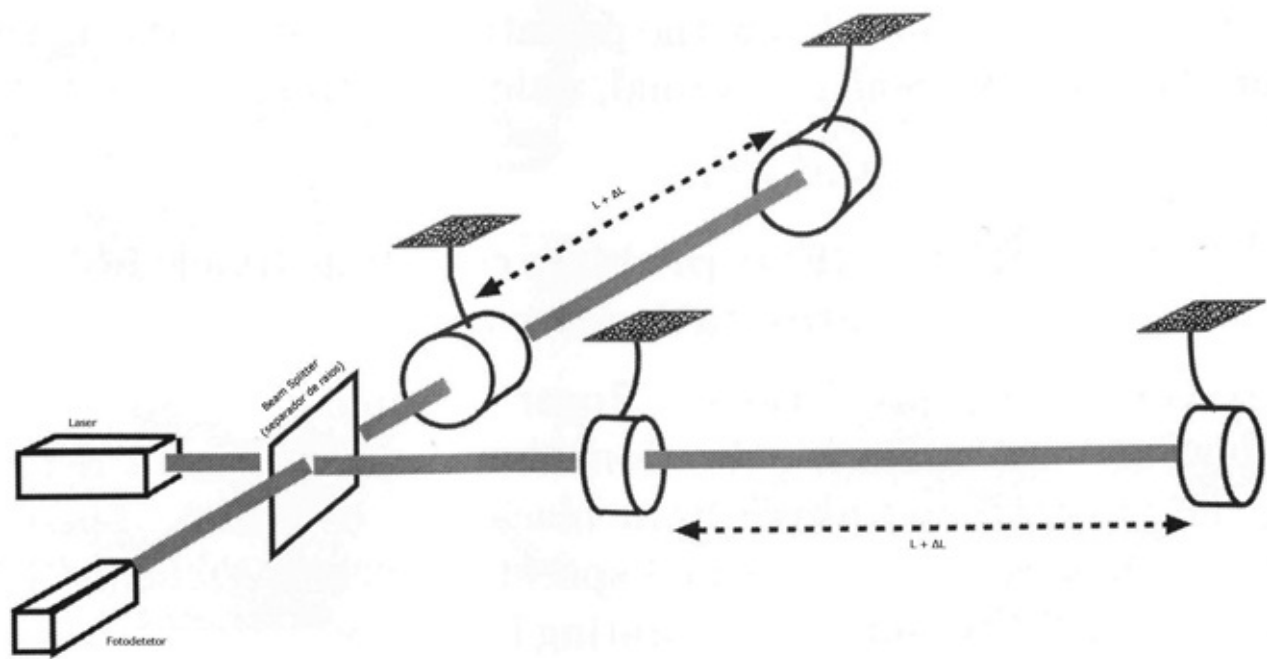


Fig. 19.1 Esboço de um detector interferométrico de ondas gravitacionais instalado na Terra.

Detectores de ondas gravitacionais baseados na Terra já estão posicionados em Hanford, Washington [Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory – LIGO]; Hannover, Alemanha; e Pisa, Itália; mas o avô de todos esses instrumentos, um sistema espantosamente descomunal, deve ser lançado no espaço sob a forma de três espaçonaves diferentes, junto com a LISA, a Antena Espacial de Interferômetro a Laser [Laser Interferometer Space Antena]. Depois de lançadas, as três espaçonaves formarão um triângulo com laterais de 5 milhões de quilômetros de comprimento. Levará aproximadamente 20 segundos para a luz viajar entre elas (ver figura 19.2.). Quando as ondas gravitacionais, esticando e comprimindo o espaço, atravessarem esse enorme “aparato”, sua passagem alterará levemente a distância entre as espaçonaves, e a distância viajada pelos feixes de luz entre elas, causando uma interferência dos feixes de luz que pode ser medida com instrumentos extremamente sensíveis.²⁴ O LIGO e a LISA eram dois dos instrumentos sobre os quais Kip Thorne falava quando prometeu a Hawking, em seu 60º aniversário, que os detectores de ondas gravitacionais – LIGO, GEO, VIRGO e LISA – testariam suas “previsões de buraco negro da Idade do Ouro” antes de seu 70º aniversário.²⁵ Estava na hora de se apressarem!

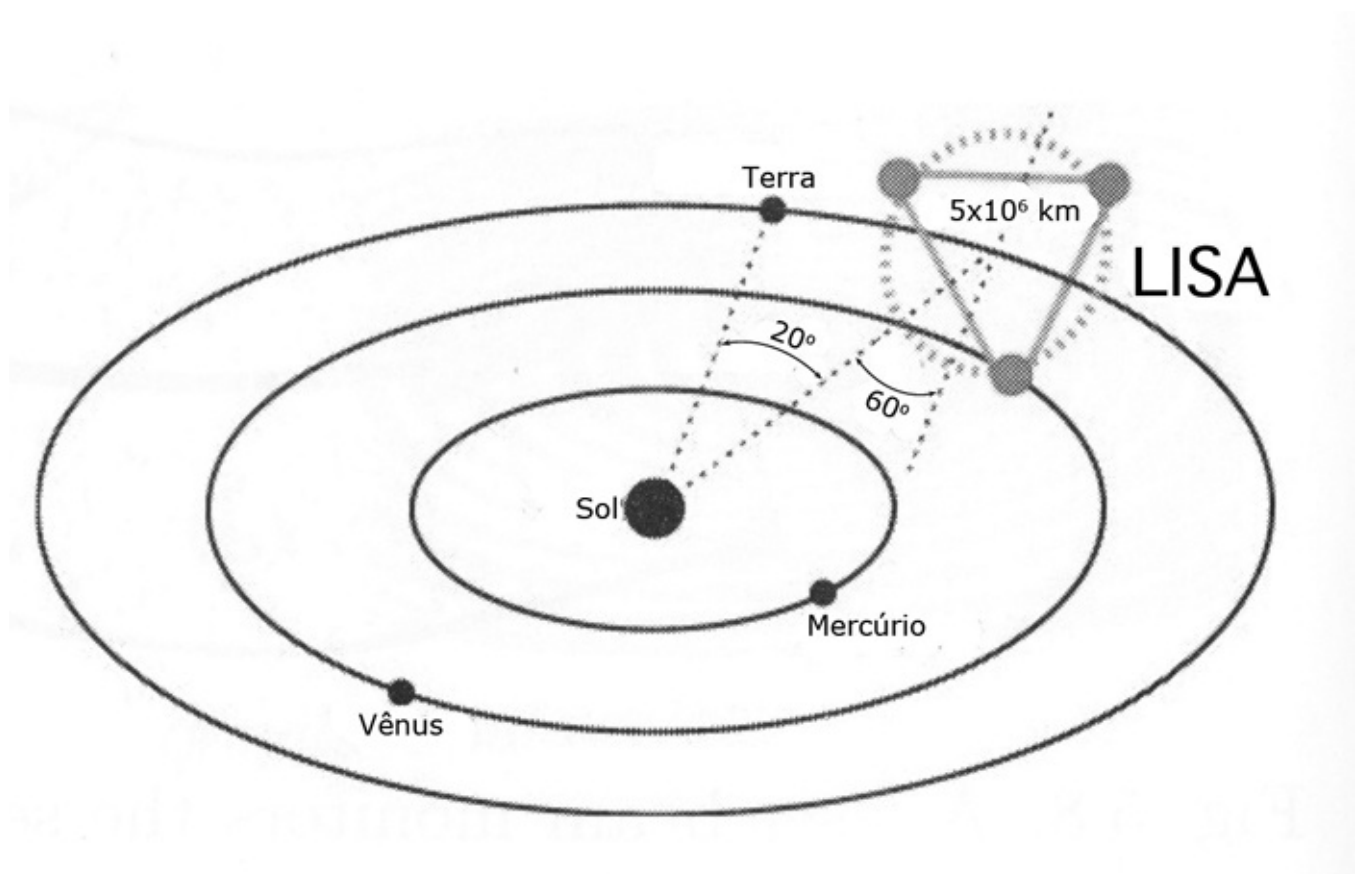


Fig. 19.2 lisa, a antena espacial de interferometria laser que a ESA (a Agência Espacial Europeia) e a NASA deverão construir, lançar e utilizar em conjunto para monitorar as ondas gravitacionais de baixa frequência.

Depois do WMAP, do Planck e da lisa, virão a Sonda da Inflação de Einstein da NASA, que focará na RCFM, e o Observador do Big Bang, que estudará as ondas gravitacionais. As duas abordagens juntas podem produzir, finalmente, algo que nenhuma sonda ou estudo, incluindo o altamente bem-sucedido WMAP, foi capaz de nos dar: a tão esperada compreensão do mecanismo físico e das escalas de energia da própria inflação.²⁶ Ondas gravitacionais oferecem a oportunidade mais direta que talvez venhamos a ter para sondar como era o universo durante os primeiros instantes de sua existência.

Essa evidência observacional permitirá que se conclua se de fato ocorreu inflação ou não? A teoria da inflação faz previsões sobre como deveriam ser os padrões e características de ondas gravitacionais. Se conseguirem confirmar essas previsões, haverá fortes evidências. Se não puderem detectar qualquer onda gravitacional, isso apoiaria outro modelo, o modelo ecpirótico do universo, em que não ocorre inflação, mas nosso universo foi criado pela colisão incrivelmente lenta de dois mundos brancos tridimensionais movendo-se em uma (quarta) dimensão escondida do espaço.

Em perigo

No que se refere ao cenário maior sugerido pela inflação eterna, parece uma ideia impossível de testar a partir do tacanho ponto de vista dentro de nosso próprio universo. Que evidência poderia ser encontrada dentro de nosso tão limitado alcance?

Stephen Hawking e seus colegas estão longe de desistir da possibilidade de fazer previsões relevantes que possam ser contrapostas a previsões mais precisas do futuro, talvez pelo satélite Planck. Em um artigo de setembro de 2010, Hawking, Jim Hartle e Thomas Hertog admitiram que “não há como a estrutura mosaica [de universos] ser observada. Não vemos o universo inteiro, mas apenas uma região quase homogênea [que fica ao alcance de nossas observações], dentro do cone de luz de nosso passado”.[27](#) Todavia, apesar da possibilidade de flutuações muito grandes serem observadas apenas em escalas muito maiores do que podemos estudar – em “escalas de super-horizontes”[28](#) –, eles acharam que a função de onda de não limite poderia vir em seu auxílio para calcular pequenos afastamentos da homogeneidade *dentro* da parte do universo que nos é possível observar. A ausência ou presença de aleatoriedade no espectro de variações de temperatura na RCFM, alega-se, fornece informações úteis sobre o cenário maior – e se existe ou não um cenário maior.

Assim como a “função de onda quântica” para uma partícula apresenta todo possível caminho que a partícula pode seguir entre dois pontos, a função de onda de não limite representa todas as possíveis histórias físicas que nosso universo poderia ter tido caso tivesse começado da forma como Hartle e Hawking propuseram. Em um artigo anterior, de janeiro de 2010, eles informaram que iam considerar uma vasta gama dessas diferentes histórias de universo.[29](#) Com um número infinito de possibilidades, calcular quais são mais prováveis era uma tarefa questionável. Contudo, Hartle, Hawking e Hertog – sem recorrer a procedimentos de renormalização do tipo que Richard Feynman chamava de “malucos”, quando ele mesmo os usava para lidar com infinitos – sentiram-se confiantes em chegar às mesmas conclusões.[30](#) Eles dividiram as histórias do universo que estavam estudando em dois grupos.

Primeiro, consideremos modelos de universo em cujas histórias não é provável que a inflação tenha agido. Em outras palavras, esses provavelmente não são parte de um esquema maior de universos produzidos pela inflação eterna. Se vivemos nesse tipo de universo, se ele nos parece ser como o universo que conhecemos hoje, e se Hartle, Hawking e Hertog estiverem corretos em achar que podem fazer bom uso da função de onda de não limite em seus cálculos, então o que se pode esperar desses cálculos?

(1) na RCFM, em escalas que podemos observar, um certo padrão de não aleatoriedade no espectro de variações de temperatura;

(2) além de nossa capacidade de observar, em grandes escalas, uma homogeneidade geral;

(3) apenas uma pequena quantidade de inflação em nosso passado.

As observações da RCFM, embora não possam nos mostrar o item (2), não parecem dar suporte a essas previsões.

Assim, consideremos outro grupo de modelos de universo. É provável que esses universos sejam parte de um cenário de inflação eterna. Se vivemos nesse tipo de universo e, mais uma vez, se ele nos parece ser como é o universo que conhecemos hoje – e se Hartle, Hawking e Hertog estiverem corretos em achar que podem fazer bom uso da função de onda de não limite em seus cálculos –, então o que se pode esperar desses cálculos?

- (1) na RCFM, em escalas que podemos observar, um alto grau de aleatoriedade no espectro de variações de temperatura;
- (2) além de nossa capacidade de observar, em grandes escalas, uma quantidade significativa de não homogeneidade;
- (3) um período mais comprido de inflação em nosso passado.

É mais por aí! Ou pelo menos é o que parece até agora. A ausência ou presença (e o nível) de aleatoriedade que podemos observar na RCFM é uma questão-chave.

Hartle, Hawking e Hertog decidiram, contudo, arriscar-se ainda mais: o artigo que escreveram em setembro de 2010 relatou que haviam calculado que nosso universo provavelmente encerrou seu período inflacionário com o mais baixo valor possível do campo.^{[31](#)} Prevê, com certa precisão, observações na região que podemos examinar (dentro de nosso cone de luz) – não apenas que haverá um alto nível de aleatoriedade no espectro das variações de temperatura na RCFM, mas também o nível e a maneira pela qual, se a inflação eterna estiver correta, a distribuição e o espectro das variações se desviarão da total aleatoriedade.^{[32](#)} O desvio será extremamente pequeno e não é fácil de detectar.

Agora, aguardamos para ver se o Planck e outras possíveis sondas serão capazes de produzir medidas bem precisas para testar essas previsões, assim como para mostrar um padrão específico de leves flutuações na temperatura na RCFM previstas pela própria proposta de não limite de Hawking e Hartle. O satélite Planck também pode ser capaz de detectar trajetos de raios de luz que tenham sido curvados de maneiras específicas, indicando que nosso universo tem uma geometria prevista por alguns modelos de multiverso e de inflação eterna.^{[33](#)}

A real radiação Hawking

Enquanto Hawking, Hartle e Hertog ficaram pensando qual possível evidência poderia servir de base para a teoria da inflação eterna, outro grupo de físicos trabalhava em um experimento que talvez pudesse criar radiação Hawking, não no limite de um buraco negro ou a partir de um horizonte de eventos no início do universo, mas em um laboratório. Daniele Faccio, da Universidade de Insubria, Itália, e sua equipe de pesquisadores relataram, em um artigo aceito pela *Physical Review Letters*, no fim de setembro de 2010, que haviam conseguido.^{[34](#)} O experimento envolve atirar laser em um bloco de vidro.

A ideia é que, enquanto o pulso de laser se move através do bloco de vidro, ele altera a velocidade em que a luz é capaz de viajar lá (o “índice de refração” do vidro). A luz próxima ao pulso é desacelerada cada vez mais, conforme o pulso atravessa e o índice de refração muda. Se

um pulso (vamos chamá-lo de pulso A) fosse enviado em perseguição a um pulso mais lento, mais fraco (pulso B), ele iria gradualmente alcançá-lo, e isso reduziria a velocidade da luz próxima ao pulso B. O pulso desaceleraria cada vez mais, até parar. A extremidade frontal do pulso A, agindo como o horizonte de eventos de um buraco negro, o teria absorvido.

Lembremos a discussão sobre a radiação Hawking: pares de partículas não param de aparecer. As duas partículas de um par começam juntas e, então, se separam. Depois de um intervalo de tempo curto demais para se imaginar, elas voltam a se juntar e aniquilam uma à outra. Próximo do horizonte de eventos de um buraco negro, antes de o par conseguir se encontrar novamente e se aniquilar, aquele com energia negativa pode cruzar o horizonte de eventos para dentro do buraco negro. A partícula com energia positiva, pode, claro, cair dentro do buraco negro também, mas isso não é algo necessário. Ela não precisa da parceria. Pode escapar como radiação Hawking. Para um observador a distância, parece que ela sai do buraco negro. Na verdade, ela vem exatamente da região exterior. Enquanto isso, sua parceira carregou energia negativa para dentro do buraco negro.

Faccio e sua equipe observaram essas partículas – fótons, nesse caso – para ver se, conforme o pulso atravessava o vidro, seu horizonte de eventos tocava em uma do par, permitindo que a outra escapasse como radiação Hawking. Prepararam uma câmera, focalizaram-na no bloco de vidro e atiraram 3.600 pulsos com o laser. A câmera registrou um brilho fraco exatamente no alcance das frequências que a radiação Hawking prevê. Eliminando, com cuidado, as outras fontes de brilho, os pesquisadores decidiram que haviam, de fato, observado a radiação Hawking.

Poderia *isso* dar a Hawking um Prêmio Nobel, que muito raramente é dado para teorias, mesmo as mais promissoras, se não houver evidências experimentais ou observacionais para apoiá-las? Em novembro de 2010, não muito tempo depois do anúncio do experimento em Insubria, perguntei a Hawking se ele achava que Faccio e sua equipe haviam realmente descoberto a radiação Hawking. Sua resposta foi enigmática: “Não vou receber o Prêmio Nobel”.

“Meu nome é Stephen Hawking: físico, cosmólogo e uma espécie de sonhador”

O grande projeto, livro de Hawking escrito em parceria com Leonard Mlodinow, foi lançado no início do outono de 2010, com um subtítulo que não parecia nada com o estilo de Hawking: *novas respostas para questões definitivas da vida*. Não havia aquele humor irônico dos títulos anteriores – uma “breve” história, o universo em uma “casca de noz”. Aparentemente, esse livro era sério.

O grande projeto reuniu o pensamento e o trabalho que Hawking vem fazendo ao longo de meio século, oferecendo-nos uma completa atualização do estado da busca por uma Teoria de Tudo. Lá estão as somas sobre histórias de Feynman, o princípio antrópico, o significado de “modelos” e “realidade”, a proposta de não limite, a perda de informação, o menosprezo pela filosofia moderna (dessa vez, na primeira página em vez de na última), a batalha com Deus. Mas, desde o início do livro, fica clara uma mudança dramática: a busca por uma Teoria de Tudo, na verdade, fragmentou-se.

Isaac Asimov, certa vez, escreveu que, “de todos os estereótipos que atormentaram homens e mulheres da ciência, certamente um deles causou estragos. Os cientistas podem ser descritos como ‘malvados’, ‘malucos’, ‘frios’, ‘egocêntricos’, ‘distraídos’, até mesmo ‘quadrados’, e sobreviver tranquilamente. Mas, infelizmente, eles costumam ser descritos como ‘corretos’, e isso pode distorcer de modo irreversível a imagem da ciência”. As surpreendentes reviravoltas de Stephen Hawking, que o leitor testemunhou em todo este livro, rompem com esse estereótipo. Hawking tem o saudável histórico de puxar o tapete de suas próprias asserções. Mas, como vimos, o que pareciam ser mudanças de ideia dificilmente eram, de fato, um passo atrás. Na versão de Hawking do jogo *Cobras e Escadas*, as cobras não o afastam de seu objetivo. Apenas o conduzem por caminhos mais promissores. Seja como for, ter esperanças de descobrir uma Teoria de Tudo fundamental é uma mudança enorme – a qual Stephen não teria empreendido a não ser que estivesse diante de evidências realmente seguras de que não havia erros, de que era o único caminho a seguir.

Outra coisa que fica clara desde o início de *O grande projeto* é que Hawking não mais olha para a teoria de cordas com a desconfiança de antes. Não é fácil definir com precisão quando ele mudou de ideia sobre essa questão. A maioria dos relatos, não os que ele mesmo fez, o coloca como bem anticordas em meados dos anos 1990. Contudo, ele me contou em 1990 (capítulo 13) que achava que a teoria das supercordas se tornara a rota mais promissora para uma Teoria de

Tudo. Ele estava certo, mas... com uma pequena mudança.

A mais nova candidata, e talvez a pretendente final para esse título de “principal teoria do universo” é a teoria-M. Como uma teoria de tudo, pela descrição tradicional, é um tanto decepcionante. A teoria-M não é simples. Não se pode estampá-la em uma camiseta. Não cumpre a promessa do poema de Wheeler. Não chega ao nível do padrão pitagoriano, onde a bela clareza é um condutor para a verdade. Todavia, isso significa que pode estar errada? A atitude de Hawking em relação a ela não é de que seja correta, ou final, mas de que é a melhor que jamais produziremos.

A teoria-M não é uma teoria única. É uma coletânea de teorias. Hawking a descreve como uma “família de teorias”. Cada membro da família é uma boa descrição de observações de uma gama de situações físicas, mas nenhum deles é uma boa descrição de observações de *todas* as situações físicas. Nenhum explica “tudo”. As teorias podem ser muito diferentes entre si, mas todas têm o mesmo fundamento e podem ser vistas como aspectos da mesma teoria subjacente.¹ Ainda não sabemos como formular essa teoria mais profunda como um único grupo de equações, e é bem possível que nunca conseguiremos.

Hawking e Mlodinow comparam a situação a um mapa plano da Terra. Como a projeção de Mercator usada para esses mapas faz com que as regiões mais ao norte e mais ao sul pareçam maiores do que realmente são em relação às outras partes do mundo (quanto mais se avança em direção a um dos polos do mapa, a distorção torna-se cada vez mais evidente), não mostrando os polos Norte e Sul em sua integralidade, toda a Terra acaba sendo mapeada de modo muito menos preciso do que seria se usássemos, em vez disso, uma coletânea de mapas, cada um cobrindo uma região delimitada, sobrepondo-se. Onde os mapas se sobrepõem, não existe conflito; aquele pedaço de terra tem a mesma aparência, não importando qual dos mapas sobrepostos se esteja consultando. Cada mapa é confiável e útil para a área que representa. Mas não existe um mapa plano único que seja uma representação boa da superfície da Terra. Da mesma forma, não existe uma teoria única que seja uma boa representação de todas as observações.²

Atualmente, os teóricos reconhecem cinco diferentes teorias de cordas e de supergravidade, e Hawking tinha altas expectativas em relação a uma delas em 1980, assim como quanto à família de aproximações da teoria mais fundamental, a teoria-M. As seis aproximações são mapas menores na analogia cartográfica de Hawking.

Embora a teoria-M possa não satisfazer nosso ideal de uma compreensão completa do universo, não precisamos ficar muito tempo reclamando de nossa ignorância a respeito da teoria mais fundamental, abrangente e subjacente. Sabemos algumas coisas relativas a ela. Existem dez ou onze dimensões de tempo e espaço. Existem partículas pontuais, cordas vibrantes, membranas bidimensionais, objetos tridimensionais e outros objetos que ocupam até nove (ou, em algumas versões, dez) dimensões de espaço – em outras palavras, p-branas.

Já falamos sobre a ideia de que as dimensões espaciais extras, além das três que vivenciamos, podem estar sendo ignoradas por nós por estarem bastante encurvadas; e também que a quantidade assustadora de diferentes maneiras como elas podem se encurvar, inicialmente, desencorajou aqueles que esperavam que a teoria de cordas fosse se tornar a teoria

única de tudo. Antes, usamos a analogia envolvendo uma mangueira de jardim para ajudar a entender o encurvamento. Hawking e Mlodinow encontraram uma analogia melhor para isso.

Eles nos pedem para imaginarmos um plano bidimensional. Poderia ser, por exemplo, uma folha de papel. É bidimensional porque são necessários dois números (coordenadas horizontal e vertical) para localizar qualquer ponto nela. Talvez o leitor não se dê conta de que um canudinho também é bidimensional. Para designar um ponto nele, é preciso mostrar onde está esse ponto em seu comprimento e também onde está em sua dimensão circular. Mas suponhamos que o canudinho seja bem fino. Quase não se sente a necessidade de descobrir onde está o ponto em sua dimensão circular. Se for extraordinariamente fino, com um milionésimo de um milionésimo de um milionésimo de uma polegada de diâmetro, Hawking sugere que ninguém sequer imaginaria que ele tem uma dimensão circular. Era assim que os teóricos das cordas nos encorajavam a pensar sobre as dimensões extras – encurvadas em uma escala tão pequena que nem as notamos. Falam delas como estando encurvadas para dentro do “espaço interno”.

Na primeira metade da década de 1990, os teóricos ficavam cada vez menos desestimulados pela enormidade assustadora de formas como as dimensões podem encurvar-se. Uma mudança era uma nova compreensão de que as diferentes formas como as dimensões extras se encurvam nada mais são que maneiras diferentes de olhá-las a partir de nosso ponto de vista em quatro dimensões. Contudo, como propôs Andrei Linde, é crucial o modo como as dimensões espaciais extras são encurvadas. Em cada universo, ele determina as leis aparentes da natureza do universo. Contudo, existem muitas soluções na teoria-M para as formas como os espaços internos podem encurvar-se – isto é, quantos tipos diferentes de universo são permitidos, todos com leis diferentes. O número é grande demais para ser definido.

Hawking sugere que pensemos na emergência desses universos imaginando algo como a analogia do balão de Eddington, o balão que tem uma formiga rastejando sobre ele, só que dessa vez não é um balão e não existe formiga. Numa palestra de 2006 na Caltech, ele aconselhou o público a imaginar o universo em expansão como a superfície de uma bolha. Imaginemos, então, a formação de bolhas de vapor em água fervente. Muitas bolhas minúsculas formam-se e desaparecem. Esses são universos que se expandem apenas um pouquinho, e colapsam antes de passar do tamanho microscópico. Não há esperanças de surgirem galáxias, estrelas ou vida inteligente neles. Alguns, contudo, iniciam bem minúsculos, mas crescem o suficiente para que não corram o risco de colapsar, pelo menos durante um bom tempo. De início, expandem-se a uma velocidade cada vez maior, passando pelo que acabamos chamando de “inflação”.

O grande projeto revisita a ideia de Richard Feynman de que uma partícula viajando de um ponto a outro na física quântica não tem posição definida, embora chegue a seu destino. Isso foi usado para afirmar que não existe trajetória. Como vimos, Feynman percebeu, também, que ela poderia assumir todas as trajetórias possíveis simultaneamente. Dessa perspectiva, consideremos a possibilidade de uma grande quantidade de universos, o tipo de situação que temos na inflação eterna. Não é suficiente dizer apenas que cada universo tem uma história diferente. Na verdade, pensando nas somas sobre histórias, cada universo tem *muitas* histórias possíveis e, igualmente, muitos possíveis estados em períodos posteriores de sua existência. A

maioria desses estados é totalmente inadequada para a existência de vida de qualquer tipo. Há apenas uma minúscula quantidade de universos que permitiriam a existência de criaturas como nós.

Entre todos os universos alternativos possíveis, apenas um é completamente uniforme e regular. Ao calcular a probabilidade de esse tipo de universo existir, descobrimos que é bem possível, sim. Na verdade, é o universo mais provável de todos, mas não é nosso universo. Um universo assim, sem pequenas irregularidades em seu início, que agora aparecem como pequenas variações na RCFM, nunca poderia ser nosso hábitat. Nosso universo tem de possuir algumas regiões um pouquinho mais densas do que outras, de maneira que a atração gravitacional possa agrupar matéria para formar galáxias, estrelas, planetas e, talvez, seres humanos. Como Hawking observou, em sua palestra de 2006 na Caltech: “O mapa [RCFM] do céu de micro-ondas é o diagrama de toda a estrutura em nosso universo. Somos produto das flutuações no início do universo”.³ Por sorte, existem muitas histórias de universo que são apenas levemente não uniformes e irregulares. Esses são quase tão prováveis quanto aquele que é completamente uniforme e regular. Não sabemos quantos universos alternativos acabam produzindo algo como “nós”, mas sabemos que isso aconteceu pelo menos uma vez.

Outro conceito familiar que é significativo para as ideias de Hawking a respeito da teoria-M é o fato de que, no nível quântico do universo, não podemos observar sem interferir, sem alterar aquilo que estamos tentando observar. Mais importante e menos sabido por nós, não importa o cuidado e a abrangência com que observemos o presente, a parte do passado que não podemos observar é, assim como o futuro, indefinida. Ela existe na forma de uma gama de possibilidades, algumas mais prováveis do que outras. Juntando isso com as somas sobre histórias de Feynman, Hawking conclui que “o universo não tem apenas uma única história, mas todas as histórias possíveis, e cada uma delas sua própria probabilidade; e nossas observações de seu estado atual afetam seu passado e determinam as diferentes histórias do universo”.⁴ Isso não deveria parecer totalmente estranho. Vimos antes como Hawking e Hartle usaram as somas sobre histórias quando estavam desenvolvendo sua proposta de não limite. O que ocorreu com as ideias de Hawking foi uma mudança de ênfase, a compreensão de que a capacidade de nossas observações do presente de optar entre aquelas histórias tem implicações incrivelmente significativas para nossa compreensão do universo.

Voltemos a pensar no método de Feynman de considerar todas as trajetórias possíveis de uma partícula a partir de seu ponto inicial até o ponto final. Mas isso não é algo tão fácil de fazer com a história de um universo. Não conhecemos o ponto A (o início), mas sabemos, no caso de nosso universo, muito sobre o ponto B, onde estamos hoje. Hawking pede-nos que consideremos todas as histórias que satisfaçam a condição de não limite (histórias que sejam superfícies fechadas sem limites – lembremos o globo da Terra) e terminem com o universo que conhecemos hoje (ponto B). Existe uma vasta gama de pontos A, embora não possamos dizer que eles incluem as histórias de universo começando em “todas as formas possíveis”, porque as estamos limitando àquelas que satisfaçam a condição de não limite. Se fôssemos iniciar nosso cálculo no ponto A, acabaríamos com muitos possíveis pontos B, alguns dos quais similares a nosso universo hoje, mas a maioria deles, não.

Hawking recomenda, em vez disso, o que chama de abordagem “de cima para baixo” da cosmologia, traçando as histórias alternativas de cima para baixo, do tempo presente para trás. É uma nova visão da cosmologia e, nesse sentido, uma nova visão de causa e efeito. O universo não tem uma história única que seja independente do observador. Criamos a história de nosso universo por estarmos aqui e o observarmos. A história não nos cria.

Pegemos, por exemplo, a questão de por que existem apenas quatro dimensões não encurvadas em nosso universo. Na teoria-M, não existe uma regra geral de que um universo precisa ter quatro dimensões observáveis. A cosmologia de cima para baixo diz que haverá uma gama de possibilidades que incluam todos os números de grandes dimensões espaciais de zero a dez. Três dimensões de espaço e uma de tempo podem não ser a situação mais provável, mas esse é o único tipo de situação que nos interessa.

Considerando o universo da velha forma, de “baixo para cima”, parece não haver motivo encontrável para as leis da natureza serem o que são e não algo diferente; nem para o universo ser ajustado a nossa existência. Mas observamos as leis da natureza como sendo o que são, e cá estamos nós. Por que não começar com isso? Nossa presença é altamente significativa. A partir de uma enorme gama de universos possíveis, nossa presença “seleciona” aqueles universos que são compatíveis com nossa existência e torna *quase* irrelevantes todo o restante deles (mas discutiremos melhor isso à medida que Hawking continue).

Com o universo sem limites, não precisamos mais perguntar como este começou. Não houve início. Com a teoria-M, não precisamos mais perguntar por que o universo é ajustado a nossa existência. É nossa existência que “escolhe” o universo em que vivemos. Na verdade, nós nos ajustamos. O princípio antrópico está, assim, com força total. Como Hawking observa: “Ainda que sejamos pequenos e insignificantes na escala do cosmos, isso nos transforma, de certo modo, em senhores da criação”.[5](#)

Agora surge a questão: podemos testar essa teoria? Hawking escreve que é possível haver medidas capazes de diferenciar a teoria de cima para baixo de outras, para apoiá-la ou refutá-la. Talvez satélites no futuro possam realizar tais medições. Em sua palestra de 2006 na Caltech, Hawking mencionara a “nova janela bem no início do universo” que a detecção e a medição de ondas gravitacionais abririam para nós. Diferentemente da luz, que se espalhou muitas vezes por elétrons livres antes de se congelarem quando o universo tinha 380 mil anos de idade, ondas gravitacionais chegam até nós a partir do início do universo, sem interferência de qualquer material intermediário.[6](#)

Hawking estende o pensamento de cima para baixo para a emergência de vida inteligente na Terra. Ele oferece um relatório eloquente sobre a maneira como nosso universo, nosso sistema solar e nosso mundo ficaram incrivelmente ajustados para permitir nossa existência, muito além de qualquer expectativa razoável. Todavia, em uma reafirmação do princípio antrópico de um modo simples e indiscutível, ele nos diz que, “obviamente, quando os seres de um planeta que possibilita a existência de vida examinam o mundo a seu redor, é bem possível que descubram que seu ambiente satisfaz as condições necessárias para existir”.[7](#) Assim como escolhemos nosso universo, pelo fato de estarmos presentes, nós escolhemos uma história desta Terra e de nosso ambiente cósmico que nos permita existir.

Em *O grande projeto*, Hawking parece não mais ter dúvidas de que tudo é determinado. O paradoxo da informação, não importando o meio pelo qual tenha sido banido, deixou de ser um incômodo. Ele afirma, de modo inequívoco, que “o determinismo científico que Laplace formulou é... na verdade, a base de toda a ciência moderna”.⁸ Isso, certamente, ele nunca questionou. Sua sugestão prévia, a respeito das implicações da perda de informação, era que toda a ciência moderna poderia estar errada. Esse temor, aparentemente, foi deixado de lado, pois ele comentou que o determinismo científico é um “princípio que será importante ao longo deste livro”.⁹ E, pouco depois, “este livro é baseado no conceito do determinismo científico”.¹⁰

O determinismo científico aplica-se a nós, humanos também. “Parece”, ele escreve, “que não passamos de máquinas biológicas e que livre-arbítrio é apenas uma ilusão... Como não podemos resolver as equações que determinam nosso comportamento, usamos a teoria eficaz de que as pessoas têm livre-arbítrio.”¹¹ Poderíamos desejar que Hawking gastasse um pouquinho mais de tempo, no livro, com essa questão. Foram realizados trabalhos científicos importantes com relação ao livre-arbítrio humano – parte apoiando suas ideias, e parte não –, mas Hawking prefere não debater. Ele tinha uma visão única. Seu comentário de que o mundo está uma bagunça porque, “como todos sabemos, as decisões muitas vezes não são racionais, ou são baseadas em uma análise falha das consequências da escolha”, também cria um desejo por mais debates. O comentário é visto como atipicamente “lançado a esmo”, em comparação às observações ponderadas de Hawking a respeito da situação mundial em suas palestras e declarações públicas.

O determinismo acaba, contudo, sendo um conceito de certa forma complicado, e não tão rígido quanto imaginamos. Como vimos antes neste livro, no nível quântico do universo temos de aceitar uma versão um tanto revisada do determinismo em que, dado o estado de um sistema a qualquer tempo, as leis da natureza determinam as *probabilidades* de vários futuros e passados diferentes, em vez de ditarem o futuro e o passado com precisão. Como Hawking observa, “a natureza permite inúmeras eventualidades diferentes, cada uma com certa probabilidade de se realizar”.¹² Pode-se testar uma teoria quântica repetindo muitas vezes um experimento, percebendo com que frequência ocorrem diferentes resultados e se a frequência de suas ocorrências está conforme com as probabilidades que a teoria previu.

Hawking menciona novamente as ideias que ele e eu discutimos na velha sala social do DAMTP, ainda em 1996, ideias pelas quais algumas pessoas o criticavam naquela época. Naquele momento, ele me disse que “nunca temos uma visão da realidade independente de modelos. Mas isso não significa que não exista uma realidade independente de modelos. Se eu não achasse que existe, não poderia continuar fazendo ciência”. Agora, em *O grande projeto*, ele escreve, em itálico para enfatizar: “*Não existe conceito da realidade independente de imagens ou teorias*”. E ele continua, dizendo que isso é “uma conclusão que será importante neste livro”. Essa afirmação reformula parte de sua declaração para mim, substituindo “conceito” por “visão”, mas não a segunda parte. Temos de imaginar se o restante ainda é válido.

Hawking enumera mais duas formas de pensar a “realidade” que está rejeitando. Uma é o ponto de vista “realista” da ciência clássica baseado na crença de que existe um mundo real, externo, um mundo que pode ser medido e analisado – que é o mesmo para qualquer observador

que o estude. A outra é o que Hawking chama de ponto de vista “antirrealista”. Essa visão é tão insistente em se confinar ao conhecimento empírico colhido por meio de experimentos e observações que não é muito útil para a teoria e acaba se autodestruindo com a noção de que, como tudo que aprendemos é filtrado em nosso cérebro, não podemos na verdade contar que *haverá* esse conhecimento empírico.

Hawking acredita que seu próprio “realismo dependente de modelos” torna desnecessário o debate entre realismo e antirrealismo. Ele insiste que só tem sentido perguntar se um modelo está conforme à observação, mas não se ele é “real”. Se mais de um modelo estiver conforme às observações, não é preciso debater sobre qual é mais “real” ou “correto”. “Nossa percepção – e, portanto, as observações em que se baseiam as teorias – não é direta, mas é, sim, modelada por uma espécie de lente, a estrutura interpretativa de nosso cérebro humano.”¹³ Ele diz que isso vale para a experiência cotidiana, não apenas na ciência. Nesse nível também, não importando se estamos inventando conscientemente modelos ou não, nunca temos uma visão da realidade que seja independente de modelos. Todavia, nossas visões da realidade dependentes de modelos não são inúteis. São a maneira pela qual os seres humanos conseguiram compreender e controlar seu mundo. Modelos se sustentam ou caem, se continuam ou deixam de estar conformes à observação e à experiência.

Não é difícil concordar com Hawking. A não ser que eu esteja em um estado de negação – em que todos nós, em parte, às vezes estamos –, meu processo de aprendizagem ao longo da vida ocorre exatamente assim. O leitor e eu viemos de grupos diferentes de experiências. Talvez possamos concordar em discordar, sem tentar discutir quem está “certo” e quem está “errado”. Estaria Hawking disposto a aplicar sua filosofia para as visões mais extremas que dividem nosso mundo? Provavelmente seria então que ele invocaria algo como a segunda parte de sua afirmação, decididamente platônica, talvez dizendo: “Mas isso não significa que não existam o ‘certo’ e o ‘errado’; se eu achasse que não existem, não conseguiria continuar tendo uma vida útil”. Por outro lado, existem aqueles que alegam que os valores humanos são produtos de nossa história evolucionária. Nessa linha de pensamento, o “certo” é o que auxiliou na sobrevivência de nossa espécie – nada mais profundo ou fundamental do que isso. Se isso for verdade (e o que, afinal de contas, significa “verdade” em uma discussão como essa?), então a *moralidade*, independente de modelos, talvez seja tão ilusória quanto a realidade independente de modelos.

Sendo assim, a discussão de Hawking sobre “realidade” pode ajudar em algo que o leitor deve estar se perguntando desde o capítulo 2. Se, por exemplo, ninguém viu um elétron até hoje, como sabemos que os elétrons são “reais”?

Embora seja verdade que ninguém jamais tenha visto um elétron, os elétrons são um “modelo” útil que compreende observações de rastros em uma câmera de Wilson ou pontos de luz em um tubo de televisão. O modelo foi aplicado com muito sucesso tanto em ciência fundamental como na engenharia. Mas seriam reais os elétrons? Ainda que muitos físicos respondam: “Sim, claro que são”, para Hawking essa pergunta não tem sentido.

O “realismo dependente de modelos”, como ele classifica, é uma maneira útil de pensar em dualidades – aquelas situações em que duas descrições diferentes, talvez mutuamente excludentes, são necessárias para se obter uma compreensão melhor do que uma única descrição

poderia propiciar. Nenhuma teoria é “melhor” ou mais “real” que a outra. Lembremos o exemplo mais conhecido: a dualidade partícula-onda, que surgiu no início do século XX com a descoberta de que, quando a luz interage com matéria, ela age como se fossem partículas, enquanto experimentos com a forma como a luz viaja mostram que ela age como se fossem ondas.

Tudo isso nos leva de volta a pensar com mais cuidado na teoria-M. Como dissemos, parece que nenhum modelo matemático é capaz de descrever todos os aspectos do universo. Cada teoria da família da teoria-M pode descrever uma determinada faixa de fenômenos. Quando essas faixas se sobrepõem, as teorias concordam. Dessa forma, são todas partes da mesma teoria, assim como as seções menores do mapa na analogia de Hawking eram todas partes do mesmo mapa. Mas nenhuma teoria única na família é capaz de descrever todas as forças da natureza e todas as partículas que mencionamos no capítulo 2, nem da estrutura do tempo e do espaço em que ocorre o jogo do universo. Se esse mapa aparentemente fragmentado é onde deve acabar a grande busca, que assim seja, “é aceitável dentro da estrutura da realidade dependente de modelos”.¹⁴ Não temos mais teorias fundamentais que possamos alegar que sejam *independentes* dos modelos que conhecemos.

Hawking e Mlodinow escrevem que todos os universos foram criados a partir do nada, surgindo naturalmente pelas leis da física, e que não exigem um criador. Eles simplificaram demais para expor seu pensamento. Na teoria da inflação eterna, a preferida de Hawking, os universos não surgem a partir do nada. Surgem a partir de outros universos. Em algum ponto do passado, pode ter havido um primeiro universo e uma primeira sequência de inflação, onde tudo começou, ou a repetição do processo de autorreplicação pode ser estendida eternamente para o passado. Acredita-se que a origem daquele primeiro universo (se *houve* um “primeiro universo”) pode ser explicada pela proposta de não limite, que nos deixa precisamente onde *Uma breve história do tempo* parou, fazendo as mesmas perguntas profundas que deixaram muito espaço para a existência de Deus.

O grande projeto, contudo, refere-se a outro enigma, o mistério do ajuste fino. Algumas pessoas que acreditam em Deus – *ainda* não excluindo a teologia Deus das Lacunas, que se agarra à ideia de um criador nos casos em que algo parece inexplicável – sem dúvida ficarão incomodadas por Hawking e Mlodinow terem mostrado outras explicações plausíveis, usando o método de cima para baixo e multiversos. Caso o leitor acredite em Deus apenas como uma explicação necessária, Hawking mais uma vez o deixa à deriva. Mais interessante do que a atenção midiática que os livros de Hawking trazem para a dicotomia Deus/ciência é o fato de que, para leitores atentos e ponderados, eles levam a alguns debates internos profundos que nem sempre acabam do modo como Hawking esperava.

No capítulo final, Hawking e Mlodinow abordam a questão de onde surgiram as leis físicas, introduzindo a discussão com o seguinte comentário: “As leis da natureza dizem-nos *como* o universo se comporta, mas não respondem *por quê*”. No fim de *Uma breve história do tempo*, Hawking escrevera que a resposta a essa pergunta seria conhecer a mente de Deus. Agora ele dividiu a pergunta em três partes: “por que esse grupo específico de leis, e não outro?”, “por que existe alguma coisa, e não nada?” (sendo as leis partes de “alguma coisa”) e “por que existimos?”.

Para ajudar a trabalhar com a primeira dessas perguntas, Hawking e Mlodinow listam as leis que são necessárias para se ter um conceito de energia em que a quantidade de energia seja constante, não se alterando ao longo do tempo. Outra exigência é que as leis devem ditar que será positiva a energia de qualquer corpo isolado rodeado por espaço vazio. E tem de haver uma lei como a gravidade. A teoria dessa gravidade precisa de supersimetria entre as forças da natureza e as partículas de matéria que controlam. Adotando o método de cima para baixo, a resposta a “por que esse grupo específico de leis, e não outro?” pode ser simplesmente “porque qualquer outro grupo de leis tornaria impossível para nós estarmos aqui fazendo essa pergunta”. Seria uma resposta que invocaria o princípio antrópico, mas a teoria-M tem um pouco mais a dizer sobre essa questão: devido a todas as diferentes formas como as dimensões extras se encurvam, com cada universo tendo leis determinadas pela maneira como se curvam no universo, certamente *haverá* um universo nas proximidades que tenha essas leis.

Para ajudar a abordar a terceira dessas questões (“por que existimos?”), Hawking e Mlodinow nos introduzem em um jogo de computador conhecido como *O Jogo da Vida*. É um jogo fascinante, inventado ainda nos anos 1970 por John Horton Conway, então um matemático de Cambridge. O *layout* é parecido com o de um tabuleiro de xadrez, com alguns quadrados “vivos” e outros “mortos”. Um regulamento bem simples determina “mortes”, “nascimentos” e “sobrevivência” conforme o jogo passa de “geração para geração”. Logo fica evidente que regras extremamente simples podem terminar em caminhos muito complicados. Lembremos o “alienígena que nunca vivenciou nosso universo” do capítulo 2. Alguém que entra nesse jogo depois de este ter começado já há algum tempo estará em uma posição semelhante, capaz de deduzir “leis” a partir do que está acontecendo, leis que parecem controlar a formação e o comportamento de grupos elaborados de quadrados vivos e mortos – leis que, entretanto, de forma alguma estão entre as leis originais simples, mas que surgem a partir delas. O jogo é um exemplo simples de “complexidade emergente” ou “sistemas auto-organizados”. Ele nos ajuda a compreender como as listras de uma zebra ou os padrões em uma pétala de flor ocorrem a partir de um tecido de células crescendo juntos.

Conway inventou esse jogo como uma tentativa de descobrir se, em um “universo” com regras fundamentais extremamente simples, surgiriam objetos complexos o suficiente para se autorreplicarem. No jogo, a resposta é positiva. Poderiam até, de certa forma, ser definidos como “inteligentes”. O principal é que um grupo muito simples de leis é capaz de produzir complexidade semelhante àquela da vida inteligente. Segundo Hawking, “é fácil imaginar que leis um pouquinho mais complicadas permitiriam sistemas complexos com todos os atributos da vida”.¹⁵ Há controvérsias se essa vida seria autoconsciente.

Isso pode parecer responder à pergunta “por que existimos?”. Mas é uma resposta completa? No *Jogo da Vida*, não importa o padrão com que se inicie – quaisquer “condições iniciais” produzirão os mesmos tipos de resultados –, mas não pode ser um grupo qualquer de leis, pois são as leis que determinam a evolução do sistema. E isso se refere à primeira pergunta: “Por que esse grupo específico de leis, e não outro?”.

Resumindo, até agora, em relação às três perguntas de Hawking, ele e Mlodinow responderam à primeira (“por que esse grupo específico de leis, e não outro?”) para nosso

próprio universo com a ideia de que temos um grupo específico de leis devido à forma como as dimensões extras estão encurvadas. Podem respondê-la para as leis dominantes que governam todo o cenário da teoria de cordas? Disseram que, de todas as teorias supersimétricas de gravidade, a teoria-M é a mais geral, tornando-a a única candidata a uma teoria completa do universo. Ainda é uma “candidata”, aguardando provas, mas, para Hawking, ela promete ser um modelo de um multiverso que nos inclua, porque não existe outro modelo consistente.¹⁶

Eles responderam à terceira pergunta (“por que existimos?”) dizendo que, na profusão de universos possíveis, um universo que permita nossa existência é altamente provável, e daí, mesmo que houvesse apenas um grupo muito simples de leis (ditadas pela forma como se encurvam as dimensões extras), não é difícil chegar até nós (pensemos no jogo).

A segunda pergunta (“por que existe alguma coisa, e não nada?”) é mais fundamental e muito mais difícil. Uma resposta teria de explicar muito mais do que nosso universo, suas leis e nós. Teria de explicar a própria existência da teoria desconhecida que subjaz à família de teorias da teoria-M. Hawking acha que o multiverso regido por essa família de teorias “cria a si mesmo”, mas ele não explica como. Mesmo a afirmação bem conhecida de que “o nada é instável e tende a se desintegrar em alguma coisa” implica um determinado grupo de probabilidades já existentes. Essa pergunta – “por que existe alguma coisa, e não nada?” –, Hawking e Mlodinow deixaram sem resposta.

Ainda que muitos colegas de Hawking tivessem altas expectativas em relação à teoria-M, poucos compartilhavam de seu enorme otimismo quanto a seu poder explanatório total. Havia perguntas, eloquentemente enunciadas, que permaneciam abertas no fim de *Uma breve história do tempo*, evocando a esperança de que possamos, algum dia, resolver esses mistérios. A tentativa de responder todas elas em *O grande projeto* é insuficiente.

Os críticos do livro não ficaram entusiasmados, e sua falta de empolgação parecia baseada não na discordância com os autores, mas no desapontamento pelo livro não ter mais força. *The Economist* comentou que, “sempre que o tema ameaça ficar áspero, os autores se retraem com subterfúgios e passam rapidamente para o próximo assunto”.¹⁷ “Existem, na verdade, inúmeras perguntas que são mais sutis do que os autores acreditam.”¹⁸ Quanto à alegação de que as ideias que são apresentadas no livro passaram por todos os testes experimentais a que foram submetidas, isso é “ilusório”... “É a essência da mecânica quântica que se mostrou consistente com o que é atualmente conhecido como mundo subatômico. As interpretações e extrapolações dos autores a respeito do tema não foram submetidas a testes decisivos, e não fica claro se serão algum dia.”¹⁹ Dwight Garner, de *The New York Times*, escreveu: “A verdadeira novidade em *O grande projeto* é sua deselegância e o desapontamento que causa. A voz simples e cuidadosa que o senhor Hawking empregou com tanto talento em *Uma breve história do tempo* foi substituída aqui por uma que às vezes é condescendente, como se fosse o senhor Rogers explicando nuvens para bebês, às vezes sendo impenetrável”. Garner também acusou Hawking de “prostituir Deus”, como o escritor Timothy Ferris afirmou quando um autor que não é religioso faz afirmações sobre Deus e crenças religiosas unicamente para vender livros.²⁰

Nada há de desapontador ou fraco, contudo, na abordagem “de cima para baixo” e na apresentação que Hawking e Mlodinow fazem da teoria-M. A declaração de Hawking sobre as

implicações para o estudo das ciências é uma das melhores passagens do livro. Hawking acredita que estamos

em um momento crítico da história da ciência, em que devemos alterar nossa concepção de objetivos e do que torna uma teoria física aceitável. Parece que os números fundamentais, e até mesmo a forma, das leis aparentes da natureza não são exigidos pela lógica ou por princípios da física. Os parâmetros podem assumir qualquer valor, e as leis, qualquer forma que leve a uma teoria matemática autoconsistente, e assumem diferentes valores e formas em cada universo. Isso pode não satisfazer nosso desejo humano de sermos especiais ou de descobrir um pacote puro que contenha todas as leis da física, mas parece ser, sim, o caminho natural.[21](#)

E o que isso significa para o banimento da crença em Deus? O menosprezo pela crença em *O grande projeto* é muito mais frequente e assertivo do que em outros livros de Hawking. Mas, quanto maior se torna o projeto – e o de Hawking é um projeto espetacularmente grande –, maior é a possibilidade de esses leitores que consideram convincente a ciência de Hawking e *também* acreditam em Deus encontrarem motivos para pensar na complexidade elegante da visão dos multiversos.

A discussão religiosa, às vezes acalorada, irrompeu assim que o livro chegou a críticos e ao público. Ao se analisar com atenção tudo isso, fica-se surpreso ao descobrir quantos dos debatedores, defendendo qualquer um dos lados, claramente não chegaram a ler o livro de Hawking e Mlodinow. Entre aqueles que leram, talvez não seja tão surpreendente encontrar ateus que, todavia, não acham que Hawking e Mlodinow conseguiram excluir a necessidade de um criador, e teístas que acham que tenha sido um trabalho bem eficiente nesse sentido. Parece que a crença ou descrença de uma pessoa pode permanecer intocada em sua essência pelos argumentos de Hawking, talvez porque tais escolhas são muitas vezes baseadas em motivos que nada têm a ver com a ciência. Entre aqueles que discordam de Hawking, os argumentos mais interessantes assumem duas formas:

(1) Apesar do poder explanatório altamente abrangente do modelo de Hawking – e mesmo que este um dia se transforme em uma realidade *independente* de modelos –, uma pergunta que é tão antiga quanto o pensamento humano ainda paira: por que existe algo – um grande projeto – em vez de nada? O “algo” no modelo da teoria-M é muito maior e muito mais extensivo do que jamais fora proposto antes. Mas por que existe algo que precisa ter um modelo? Com certeza, uma resposta a essa pergunta – “Deus” – não se sai melhor do que uma científica, que argumente que “existe uma lógica matemática fundamental que não permite ‘o nada’”. “Deus” e “lógica matemática” são, de fato, “algo”, assim, ambos inspiram uma pergunta: quem criou Deus? Quem definiu a lógica matemática?

Pode-se esperar que Hawking diga que nós, os observadores, somos a resposta. E isso é suficiente. Não há necessidade de perguntar quem ou o que nos criou. Estamos aqui. Nossa presença “opta” para que todo o restante exista. Não existe outro argumento possível ou necessário.

Hawking não utiliza esse argumento. Não em seu livro, nem quando conversamos em seu

escritório, em novembro de 2010. Mencionei a pergunta que ele formulara em *Uma breve história do tempo*: “O que é que dá vida às equações e forma um universo para elas descreverem?”. Usando o pensamento de cima para baixo, a resposta poderia ser “nós”?, indaguei. Sua resposta foi “não”.

(2) O segundo argumento apoia-se na ideia da “realidade dependente de modelos”: aqueles que apresentam esse argumento indicam que Hawking e Mlodinow escreveram que cada um de nós tem um modelo pessoal de mundo que se ajusta a nossa experiência de vida e tenta encontrar sua lógica. Nossos modelos serão, em muitos sentidos, os mesmos, mas não em todos os sentidos, porque nossas experiências são diferentes. O modelo de Hawking não tem de incluir nenhuma evidência da presença e do poder de Deus. Ele, evidentemente, não teve qualquer experiência disso, e não existem relatos confiáveis de pessoas que indiquem isso. Por que teria ele de tornar isso parte de seu modelo? Não há necessidade.

Por outro lado, para alguém que tenha tido a experiência da presença e do poder de Deus, o modelo de Hawking é inadequado. O modelo deve incluir essa experiência. (E se o leitor já concluiu que essa experiência não pode ser “real”, estará violando os dogmas da “realidade dependente de modelos” e, assim, precisará abandonar essa discussão.) Suponhamos que, além de ter experiência de Deus, o leitor concorde com a ciência de Hawking. Talvez o leitor seja um físico. Assim, seu modelo também terá de incluir não apenas Deus, mas todas as incríveis descobertas e especulações dos cientistas dos séculos XX e XXI. Complicou-se?

Por sorte, um modelo que incluía ao mesmo tempo a crença em Deus e na ciência não foi excluído nem por *Uma breve história do tempo*, tampouco por *O grande projeto*. É possível, e não é maluquice, pelo menos segundo muitos colegas de Hawking, tanto teístas como ateus que participaram do debate. Leia *O grande projeto* com atenção e com a mente aberta, e provavelmente concordará com o que foi descrito. Temos, assim, dois modelos diferentes, um com Deus e outro sem Ele. De acordo com a “realidade dependente de modelos”, nem é preciso perguntar se um é mais “real” do que o outro, e seria incoerente, da parte de Hawking, ter tanta certeza de que seu modelo de universo sem Deus represente a “realidade”.

O leitor pode estar achando que não é adequado aplicar a realidade dependente de modelos a nossas perspectivas pessoais de mundo, mas Hawking parece achar que sim, quando afirma:

Nosso cérebro interpreta os *inputs* a partir de nossos órgãos sensoriais, fazendo um modelo do mundo exterior. Formamos conceitos mentais de nossa casa, árvores, outras pessoas, a eletricidade que deriva das tomadas nas paredes, átomos, moléculas e outros universos. Esses conceitos mentais são a única realidade que conhecemos. Não existe teste de realidade independente de modelos.[22](#)

Inegavelmente, nossos modelos incluirão mais do que esses atributos físicos do universo. Como foi dito, vão incluir convicções do que é certo e do que é errado. Em um caso extremo: é necessário que respeitemos um “modelo” criado por meio de uma lente de ódio, egoísmo e preconceito? Sabemos, pelas declarações públicas de Hawking a respeito de direitos humanos e política, que, pelo menos num nível prático, ele não estende a realidade dependente de modelos para incluir a moralidade dependente de modelos.

Minha mente é livre

Quando Stephen Hawking e eu começamos a discutir meus planos para este livro, em novembro de 2010, ele me pediu para garantir a inclusão de suas últimas ideias sobre inflação eterna e suas sugestões de observações que poderiam ajudar a verificá-la. Isso foi discutido no capítulo 19. Seu segundo pedido era que eu não me esquecesse de mencionar sua nova série de televisão, que seria apresentada no Reino Unido no início de 2011. É um documentário em três partes chamado, na Grã-Bretanha, *Stephen Hawking's universe* (o mesmo título de uma série anterior), e, nos Estados Unidos, *Into the universe with Stephen Hawking*.

Dessa vez, não é de uma sala de conferências ou de seu escritório que Hawking nos convida para participar consigo de uma aventura através do tempo e do espaço, mas sim do saguão de sua faculdade, a Gonville and Caius. As compridas mesas de madeira foram afastadas até as paredes. Hawking senta-se em sua cadeira de rodas, sozinho na esplêndida sala com painéis de madeira. Seu retrato pode ser visto na parede, ao lado dos retratos de outros notáveis da faculdade, do passado e do presente. Com uma voz familiar, ele começa: “Olá. Meu nome é Stephen Hawking: físico, cosmólogo e uma espécie de sonhador. Embora não possa me mover e tenha de falar por meio de um computador, minha mente é livre”.²³ Isso se mostra incrivelmente correto quando viajamos com ele para dentro do universo, em tempo e espaço, para encontrar as maravilhas que ele conhece ou tem bons motivos para acreditar que estão lá, e para dentro de sua própria imaginação, para ver as paisagens e criaturas que acha que podemos encontrar. Nesse tríptico espetacularmente filmado, Hawking e os responsáveis pela animação computadorizada de última geração e pela fotografia astronômica conseguiram despertar uma consciência arrepiante das enormes distâncias e da infinidade de galáxias – a vastidão absoluta, espantosa e inconcebível de espaço e tempo.

Não é Hawking quem narra a série. Mesmo antes do fim de sua sentença introdutória, a voz é discretamente substituída pela de Benedict Cumberbatch, o ator que interpretou o jovem Stephen Hawking no filme *Hawking*. De vez em quando, a voz de Hawking retorna por alguns segundos, como na cena no saguão da Caius, apenas para nos lembrar quem está realmente contando a história.

Na primeira parte da trilogia, os animadores e Hawking inventaram extraterrestres fantásticos, alguns dos quais ele tinha de matar imediatamente com o lança-foguetes caso surgissem em seu escritório – sem se importar com a Diretiva Primária. Embora Hawking insista que o melhor lugar para procurar, se quisermos investigar a vida em nosso universo, é aqui em casa, onde existe a única vida *conhecida*, ele nos leva para muito além da Terra, do sistema solar e de nossa própria galáxia. Ele nos diz que é possível haver vida tão estranha no cosmos que não a reconheceríamos como vida. E ouvimos, com um calafrio, que o que conta não é “o que são, mas o que elas podem *fazer*”: por exemplo, chegar um enxame de espaçonaves de tecnologia avançada e, em questão de segundos, piratear toda a energia do Sol encerrando-a com espelhos, focando essa energia para criar um buraco de minhoca. E sim, em relação, a buracos de minhoca, Hawking está de volta, não importando que suas declarações mais recentes tenham sido bem desencorajadoras. Seria tudo isso altamente improvável? Talvez, mas Hawking acaba nos

lembrando do que aprendemos antes, na apresentação sobre nossa própria improvável emergência aqui na Terra: “Apenas temos de olhar para nós mesmos para saber que coisas extremamente improváveis podem e acontecem o tempo todo”.²⁴

Em *Time travel*, o segundo da trilogia, Hawking admite ser “obcecado pelo tempo”. É especialmente curioso em saber “como acaba nossa história cósmica”. Esse segmento é um panorama poderoso da possibilidade de se viajar no tempo. Minúsculos buracos de minhoca através do espaço e do tempo constantemente se formam e reformam, unindo espaços separados e tempos separados. Seria possível capturar um e aumentá-lo muitos trilhões de vezes para ser usado como uma máquina do tempo? Seria possível viajar ao passado por esse ou por outro meio? Hawking imprimiu um convite, cujas cópias espera que possam sobreviver muitos milhares de anos, desenhou champanhe e alimentos que pareciam deliciosos e pendurou uma faixa: “Bem-vindos, recepção para viajantes de um tempo futuro”. Seu convite fornece todas as informações e coordenadas necessárias para encontrá-lo e participar desse banquete. Nenhum convidado chega. Talvez nenhum convite tenha sobrevivido tempo suficiente, mas, em uma faculdade de Cambridge, seria provável que pelo menos um ou dois tivessem aparecido. Como ninguém responde a seu convite e por outros motivos – como uma “regra fundamental que controla todo o universo”, de que a causa acontece antes do efeito, paradoxos insolucionáveis e o retorno inevitável de radiação que destruiria um buraco de minhoca antes que se possa usá-lo –, Hawking conclui que não podemos viajar para o passado. Mas podemos viajar para o futuro, e não dependeríamos necessariamente de buracos de minhoca. Einstein percebeu que o tempo não flui à mesma velocidade em todos os lugares, e ninguém discorda de que ele estava certo. A matéria arrasta o tempo, diminuindo sua velocidade, e isso significa que um corpo com muita massa pode servir como uma máquina do tempo. Uma espaçonave voando próximo a um horizonte de eventos de um buraco negro de muita massa, com uma navegação bastante ágil e velocidade suficiente para não cair dentro, propiciaria um visível pulo no tempo. Depois de cinco anos (em seu tempo pessoal) no buraco negro, você acharia que dez anos haviam se passado na Terra. Viajar com uma velocidade próxima da luz funcionaria muito melhor, embora a mesma desaceleração do tempo, que propicia um atalho mais rápido para o futuro, também torne impossível viajar à velocidade da luz, ou *acima* dela. Passageiros viajando com uma velocidade próxima à da luz (em um trem maravilhosamente concebido para conseguir circunavegar a Terra sete vezes por segundo) poderiam retornar após apenas uma semana, medida em seu tempo pessoal, e encontrar um mundo que haveria se adiantado uma centena de anos.

O terceiro segmento da trilogia é um clímax genuíno para a série. Primeiro, Hawking nos leva para o início do universo, a fim de observar o Big Bang. Ele admite que tudo teria sido totalmente escuro, porque ainda não existia luz – assim, não seria possível ver nada. O espaço também não existia. Não havia nada “exterior” a esse evento do qual se pudesse vê-lo. “Tudo que havia era interior.”²⁵ Excursionamos através da era da inflação, testemunhando a aniquilação de matéria e antimatéria, com todo o futuro do universo sendo apenas um pouquinho, quase nada, mais matéria do que antimatéria, e descobrimos a enorme significância da força da gravidade para criar o universo que conhecemos. Vemos a democracia de Wheeler vividamente demonstrada como um carregamento de rolimãs rolando através das portas para dentro do

saguão da Caius. A animação assume o controle para mostrá-los perfeitamente equidistantes um do outro, formando um engarrafamento que nunca teria dado lugar a “nosso” universo. Mas removamos apenas um punhado de rolimãs, um daqui, outro dali, do padrão perfeito, e a gravidade tem onde se apoiar – outro exemplo, segundo Hawking, de como é absolutamente necessário haver imperfeição em nosso universo. Por fim, chegamos ao universo como o conhecemos, e vamos além. Hawking nos leva para o futuro, e ele é um “futurista” realmente incrível. Sua opinião é eloquente para apoiar a colonização de outros planetas, e sua visão para a Terra é angustiante. Ele continua com a mesma preocupação de sua juventude em relação ao risco de armas nucleares – “Somos inteligentes o suficiente para projetar essas coisas, mas não tenho certeza de que somos inteligentes o suficiente para não usá-las”²⁶ –, mas é mais provável que algumas das outras possibilidades causem pesadelos. Stephen também admite que existem obstáculos atordoantes para descobrir outra casa no universo.

E quanto à questão de como se encerra nossa história cósmica? “O destino do universo”, conta-nos, “depende de como a energia escura se comporta.”²⁷ Está aumentando? Continuará a afastar o espaço, conduzindo a expansão? A certo momento, todas as partículas estarão tão distanciadas que nada pode acontecer? Ou poderia a força da energia escura diminuir, permitindo que a gravidade unisse tudo novamente, em um Big Crunch? Não sabemos. Falta muito para esse final. Hawking diz que, em uma de suas viagens ao Japão, lhe foi solicitado para não mencionar o destino do universo, de modo a não afetar o mercado de ações, mas ele acha que seria prematuro vender tudo. A sugestão de Hawking para a sobrevivência nesse tempo extremamente distante é que descubramos como viajar para outro universo. Temos mais ou menos trinta milhões de anos para descobrir como fazer isso.

Em *Into the universe with Stephen Hawking*, ele opta por não depreciar diretamente a crença em Deus. Depois de uma impressionante série de sequências que mostram muitos pontos de virada na história do universo, em que este poderia tão facilmente ter dado errado, e de nos deixar estupefatos com a grandeza absoluta e a genialidade elegante de tudo, ele diz, com sua própria voz: “Talvez a ciência tenha revelado que existe uma autoridade maior agindo, definindo as leis da natureza para que nós e nosso universo possamos existir. Assim, existe um grande projetista, alguém que tenha organizado toda a boa sorte? Na minha opinião, não necessariamente”.²⁸ E ele continua falando sobre o princípio antrópico e a possibilidade de muitos tipos diferentes de universo. Seu objetivo parece ser expor o que sabemos, o que conjecturamos e sua opinião, e deixar o público tão empolgado, aterrorizado e curioso sobre o universo quanto ele é. A partir dali, estamos por conta própria. Hawking até mesmo contradiz a alegação que fez no subtítulo de *O grande projeto*, de que conhecemos as respostas definitivas. Nos momentos finais do documentário, ele diz: “Algum dia, talvez solucionemos o mistério final... descubramos por que o universo existe”.²⁹ *Into the universe with Stephen Hawking* nos deixa não apenas impressionados com o universo, mas também surpresos conosco mesmos, criaturas que realmente conseguiram descobrir e compreender tanta coisa. Mas ainda sobrevive aquela pergunta. Errol Morris, diretor do filme *Uma breve história do tempo*, disse que havia um desafio que sempre fazia para si mesmo: “Extraír a verdade de uma situação sem violar seu mistério”. Hawking encarara esse desafio.

Essa magnífica trilogia, com uma trilha sonora esplêndida, está talvez próxima do sonho que

não foi realizado no filme *Uma breve história do tempo*, apesar da habilidade de Morris. É talvez o que Hawking originalmente esperava que o filme seria, levando-se em consideração que, em 25 anos, a animação por computador melhorou muito e que o próprio sonho cresceu exponencialmente.

2010-2011

Antes de começar a escrever este livro, fui visitar Hawking em seu escritório, em novembro de 2010, pela primeira vez em muitos anos. A sala havia mudado um pouquinho. A foto grande de Marilyn não estava na parede, mas, inexplicavelmente, abandonada no chão. As fotografias do filho de Lucy, William, ainda estavam lá nas prateleiras, e havia uma pequena foto colorida de Hawking e Elaine jogada entre outros papéis perto do monitor do computador. No canto de sua mesa, mais próximo da porta, via-se um agrupamento misterioso de pedras em um grande prato plano, emitindo um vapor fraco, que parecia não ter cheiro, estranhamente emergindo das pedras em nuvens planas, transparentes, como asas, como se tivessem uma minúscula margem na borda. Judith Croasdell, a assistente pessoal de Hawking, explicou que se tratava de um tipo especial de umidificador, escolhido muitos anos atrás por Elaine, que facilita a respiração de Hawking. O líquido exigido para ele não é água normal, e uma grande quantidade de garrafas ocupava uma boa parte do espaço sob a janela lateral. Do lado de fora dessa janela, estava o “pavilhão”, que ainda não havia sido construído em 2000, mas não lhe roubava a vista. O escritório transmitia uma sensação de tranquilidade, de alegria.

Minha conversa com Hawking aconteceu, como sempre, com nós dois sentados à sua mesa de frente para o monitor de computador. Hawking controlava o cursor na tela movendo o músculo da face. Um pequeno bipe eletrônico saía do dispositivo mecânico anexado à parte de trás de sua cadeira quando fazia uma escolha na tela.

O programa de computador na tela parecia ser o mesmo, mas ele também tinha a opção de usar outro *software*. Não sei dizer como escolhia as palavras naquele programa, e, na verdade, parecia não estar funcionando muito bem com Stephen. Sua velocidade de escrita havia diminuído consideravelmente. Fiquei sabendo que, se o movimento da bochecha ou do olho parasse de funcionar, havia outras possibilidades, incluindo conexões diretas com o cérebro. Ele lidaria com isso se e quando se tornasse absolutamente necessário. Nem toda comunicação exige o computador. Se ele ergue suas sobrancelhas, isso significa sim. Boca caída significa não. Ainda é possível dizer quando ele está sorrindo. Hawking recentemente passou por uma cirurgia de catarata e talvez nem mais precise usar óculos, mas ele ainda os tem no rosto.

Durante nossa conversa, as venezianas de repente desceram sozinhas, quando escureceu do lado de fora. Havia me esquecido de que essas coisas acontecem automaticamente naquele prédio ultrassofisticado. Houve troca de turnos de enfermeiras. Aquela cujo turno terminava – uma mulher gentil e nobre – apareceu e se despediu dele sem esperar uma resposta.

Sempre que falo com Stephen Hawking, tento formular minhas perguntas de maneira que lhe permita responder com um simples sim ou não, embora ele costume sempre elaborar mais.

Naquela tarde, eu estava particularmente interessada em perguntar-lhe sobre o que parecia uma possível mudança em suas ideias sobre realidade independente (refletida em *O grande projeto*), já que havíamos discutido isso em 1996. Citei para Stephen as palavras que usara naquela vez: “Nunca temos uma visão da realidade independente de modelos. Mas isso não significa que não exista uma realidade independente de modelos. Se eu não achasse que existe, não poderia continuar fazendo ciência”. Perguntei-lhe se mudaria o que disse agora para: “Realidade independente *é* que não existe realidade independente”. Sua resposta foi: “Ainda acho que existe uma realidade subjacente; apenas a imagem que temos dela é dependente de modelos”.[30](#)

Um golpe na imortalidade

Hawking revelou diretamente sua própria imagem pessoal da realidade em uma entrevista para o *Guardian*[31](#) e numa palestra em um encontro “Google Zeitgeist”, em Londres, na primavera de 2011. Sua chamada era “Não existe paraíso ou vida após a morte... esse é um conto de fadas para as pessoas que têm medo do escuro”. Hawking estava, claramente, expressando uma opinião a respeito de algo sobre o que ninguém, incluindo ele mesmo, tinha qualquer conhecimento cientificamente provável, fosse a favor ou contra, mas explicava sua afirmação indicando sua visão do cérebro humano. Uma escola do pensamento entre pesquisadores que estudam o cérebro vê o órgão humano como um computador e a “mente” como nada mais do que um produto dele, e Hawking aparentemente decidira juntar-se a esse clube. “Vejo o cérebro”, falou, “como um computador que parará de funcionar quando seus componentes quebrarem. Não existe paraíso ou vida após a morte para computadores quebrados.” Portanto, nada de paraíso ou vida após a morte para nós.

Em resposta a uma pergunta da entrevista, “Como devemos viver?”, Hawking falou: “Devemos buscar o maior valor de nossas ações”.

Houve, não surpreendentemente, inúmeras respostas à entrevista de Hawking. Embora alguns a tenham lido como uma declaração de ateísmo, outros apontaram que sua declaração foi sobre crença na imortalidade humana, não sobre crença em Deus. Nem todo mundo que acredita que existe um Deus também acredita em paraíso ou em vida após a morte. Outros leitores observaram que, muitas vezes, é possível transferir todo o conteúdo intelectual de um computador para um novo computador ou mesmo um “cartão de memória” quando um computador velho morre e perguntaram, ironicamente, se isso poderia representar uma espécie de transmigração da alma.

O *The guardian* imprimiu uma resposta reflexiva por completo, ainda que fosse maior do que a entrevista original.[32](#) O debatedor, Michael Wenham, assim como Hawking, tem ELA. “Para alguém ‘diante da perspectiva de uma morte prematura’”, escreveu Wenham, “com um possível prelúdio desagradável, a ideia de extinção não produz mais medo do que dormir. É realmente insultante acusar-me de acreditar que possa haver vida após a morte porque tenho medo do escuro.” Wenham considerou a declaração de Hawking “ao mesmo tempo triste e mal informada. Abrir-se para a possibilidade teórica de haver onze dimensões e partículas fundamentais ‘ainda

não descobertas’ mostra uma humildade intelectual estranhamente divergente do descarte da possibilidade de outras dimensões de existência.”

Wenham encerrou sua resposta: “Logicamente, não posso prová-lo, mas poderia, tranquilamente, apostar minha vida nisso, que após a morte haverá outra grande aventura; mas primeiro tenho de encerrar esta”.

Será que Stephen Hawking está disposto a mais uma aposta?

Seguindo em frente

Hawking atualmente tem dois alunos de pós-graduação e ainda cumpre horário na sala social durante o chá da tarde, pois agora existe uma sala social próxima da porta do escritório de Hawking, no fim da curva do corredor, depois do elevador. Um letreiro na entrada indica “Sala Comum”, mas, oficialmente, é o Centro de Cosmologia Teórica, sendo usada não apenas durante o chá da tarde, mas também para reuniões, palestras e conferências. A sala é grande e agradável, com mesinhas, cadeiras e um balcão para servir comida e bebidas em um canto, tão mal iluminada quanto a sala social na Silver Street era durante a maior parte do dia. Grandes quadros-negros – algo que faltava na antiga sala social – cobrem uma boa parte de duas paredes. Nunca vi as duas lousas sem equações rabiscadas. Em um canto da sala, um busto de Hawking – o diretor de Pesquisa para o Centro – fica sobre um plinto. É uma representação esplêndida feita pelo escultor Ian Walters.

Hawking ainda mora na casa grande que construiu para si e para Elaine. Ainda costuma ir com frequência a concertos e óperas, principalmente Wagner – haveria *Tannhäuser* na semana seguinte, em Covent Garden, quando o visitei em novembro –, embora fizesse um bom tempo que não ia a Bayreuth. Ainda viaja, quando possível, em um jatinho particular. Em janeiro de 2011, estive mais uma vez na Caltech. Quando assistiu a uma peça em Los Angeles, *33 variations*, em que Jane Fonda interpretava uma musicóloga nos primeiros estágios da ELA, Fonda parecia, pelo noticiário, tão empolgada por conhecê-lo quanto muitos fãs ficariam para conhecer Jane Fonda. Em março de 2011, tive de correr para levar uma série de perguntas para Hawking, antes de ele atravessar o Atlântico de volta, e fui até uma conferência em Cook’s Branch, perto de Houston, Texas, um centro de conferências rural em uma reserva natural onde físicos de todo o mundo se reúnem anualmente para encontros, ávidos por se verem, ávidos por bolarem perguntas teóricas que deixem o resto de nós boquiabertos, ávidos por suportar um certo desconforto, dormindo em bangalôs com ventiladores de teto que giram lentamente.

Em Cambridge, e quando ele visita Seattle ou Arizona, onde Lucy passa parte de seu tempo, a família de Hawking – agora incluindo três netos (William, de Lucy, e os dois filhos de Robert e Katrina) e Jane e Jonathan (o marido de Jane) – fica a seu lado. Há essa nova proximidade com Lucy, que se desenvolveu quando escreveram juntos os livros. Em uma entrevista, em abril de 2011, Hawking foi perguntado, caso fosse possível viajar no tempo, qual momento de seu próprio passado revisitaria, qual era o melhor momento de todos. Sua resposta foi: “Voltaria a 1967 e ao nascimento de meu primeiro filho, Robert. Meus três filhos me trouxeram muita alegria”.³³ Sua

mãe, Isobel, na época em que escrevo este livro, ainda está viva, na faixa dos noventa anos, e ainda lhe dá umas broncas de vez em quando. Ela falou, com franqueza:

Nem tudo o que Stephen diz deve ser levado como uma verdade bíblica. Ele é um pesquisador, fica procurando coisas. E se, às vezes, ele fala maluquices, bem, todos fazemos isso, não? A questão é: as pessoas devem pensar, devem continuar pensando, devem tentar estender os limites do conhecimento; porém às vezes elas não sabem nem por onde começar. Você não sabe onde estão os limites, sabe?^{[34](#)}

John Wheeler chamava esses limites, essas fronteiras, não apenas da ciência, mas do conhecimento humano, de “as defesas ardentes do mundo”. E, sim, sabemos onde eles estão. Não apenas em um ponto distante. Eles preenchem nosso mundo.

Hawking falou sobre suas próprias aventuras nessas defesas:

Em retrospecto, pode parecer que houve um grande e premeditado projeto para discutir os problemas existentes a respeito da origem e da evolução do universo. Mas não foi exatamente assim. Eu não tinha um projeto principal; em vez disso, seguia para onde meu nariz apontava e fazia o que parecesse interessante e possível à época.^{[35](#)}

Stephen Hawking retornou a Cambridge, saindo de Texas e Arizona – que estivera visitando com Lucy e William – em meados de abril de 2011, no dia em que terminei de escrever este livro. Joan Godwin foi cozinhar alguma coisa para ele comer. Seu escritório estava todo preparado para ele, com as pedras emitindo vapor. “O chefe” estava de volta, pronto para seguir suas aventuras, desde que sua saúde e sua capacidade de se comunicar permitissem... uma criança que nunca cresceu... ainda fazendo perguntas de “como” e “por quê”... de vez em quando encontrando uma resposta que o satisfaça... por um tempo.

Glossário

ANTIMATÉRIA Matéria que consiste de antipartículas.

ANTIPARTÍCULA Para todo tipo de partícula, existe uma antipartícula com propriedades opostas, assim como o sinal de sua carga elétrica (por exemplo, o elétron tem carga elétrica negativa; o antieletron, ou pósitron, tem carga elétrica positiva) e outras qualidades que não abordamos neste livro. Porém, as antipartículas de fótons e grávitons são idênticas às partículas.

BÓSON Partícula com spin expressa em números inteiros. As partículas mensageiras das forças (glúons, W^+ , W^- , Z^0 , fótons e grávitons) são bósons.

BURACO DE MINHOCA Um buraco ou túnel no espaço-tempo que pode acabar em outro universo ou outra parte (ou tempo) de nosso próprio universo.

BURACO DE MINHOCA QUÂNTICO Um buraco de minhoca de tamanho inimaginavelmente pequeno. (Ver também **BURACO DE MINHOCA**.)

BURACO NEGRO Uma região do espaço-tempo com forma de esfera (ou uma esfera achatada, no caso de um buraco negro em rotação) que não pode ser vista por observadores a distância, porque a gravidade lá é grande demais, e nenhuma luz (ou qualquer outra coisa) consegue escapar dali. Buracos negros podem se formar a partir do colapso de estrelas de muita massa. Essa era a definição “clássica” de um buraco negro. Hawking mostrou que um buraco negro irradia energia e pode não ser totalmente “negro”. (Ver também **BURACO NEGRO PRIMORDIAL**.)

BURACO NEGRO PRIMORDIAL Buraco negro minúsculo criado não pelo colapso de uma estrela, mas pela compressão de matéria bem no início do universo. Segundo Hawking, os mais interessantes têm mais ou menos o tamanho do núcleo de um átomo, com uma massa de aproximadamente um bilhão de toneladas.

COMPRIMENTO DE ONDA A distância da crista de uma onda para a seguinte.

COMPRIMENTO DE PLANCK Acredita-se ser o menor comprimento significativo. É de 10^{-33} centímetros.

CONDIÇÕES INICIAIS As condições-limite no início do universo, antes de qualquer tempo ter se passado.

CONDIÇÕES-LIMITE (ou condições de contorno) Como era o universo no instante de seu início, antes de qualquer tempo ter passado. E também como ele é em qualquer outra “borda” do universo – o final do universo, por exemplo, ou o centro de um buraco negro.

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA A lei da ciência que diz que a energia (ou seu equivalente em massa) não pode ser criada, tampouco destruída.

CONSTANTE COSMOLÓGICA Albert Einstein introduziu uma “constante cosmológica”, em sua teoria da relatividade geral, para compensar a gravidade. Sem ela, a teoria previa que o universo deveria estar se expandindo ou entrando em colapso, e Einstein não acreditava em nenhuma dessas hipóteses. Mais tarde, diria que foi o “maior erro de minha vida”. Agora podemos usar o termo significando a densidade de energia do vácuo.

COSMOLOGIA O estudo do muito grande e do universo como um todo.

CURVATURA DE ESPAÇO-TEMPO A teoria da relatividade geral de Einstein explica a força da gravidade como a forma pela qual a distribuição de massa ou energia no espaço-tempo causa algo que lembra a distorção, o amassamento e a cavidade em uma superfície elástica por meio de pesadas bolas de diferentes pesos e tamanhos sobre ela.

DETERMINISMO A ideia de que o futuro é totalmente previsível a partir do presente, totalmente determinado pelo presente.

elemento arbitrário Algo que não está previsto em uma teoria deve ser aprendido a partir da observação. Por exemplo, um alienígena que nunca viu nosso universo não poderia pegar qualquer teoria, das que descobrimos até hoje, e usá-la para calcular as massas e cargas das partículas elementares. Esses são elementos arbitrários das teorias.

ENERGIA DE VÁCUO A energia que está no local onde imaginamos ser um espaço vazio.

ENERGIA ESCURA A misteriosa energia que constitui aproximadamente 73% do universo e que se acredita ser responsável pela atual aceleração da expansão do universo.

ENTROPIA A medida da quantidade de desordem em um sistema. A segunda lei da termodinâmica afirma que a entropia sempre aumenta, nunca diminui. O universo como um todo, ou qualquer sistema isolado, nunca pode ficar mais ordenado.

ESPAÇO-TEMPO A combinação das três dimensões de espaço e uma dimensão de tempo.

ESTRELA DE NÊUTRONS O estágio final de uma estrela, que tem massa demais para formar uma estrela anã branca, mas sem massa suficiente para entrar em colapso e se transformar em um buraco negro.

EVENTO Um ponto no espaço-tempo, especificado por sua posição no tempo e no espaço, assim como em um diagrama de espaço-tempo.

FÉRMION Para os fins deste livro, o leitor precisa saber que partículas de matéria ordinária (as partículas em um átomo, como os elétrons, os nêutrons e os prótons) pertencem a uma classe de partículas chamada férmions e, como todos os férmions, trocam partículas mensageiras. Uma definição mais técnica de um férmion é uma partícula com *spin* semi-inteiro, que obedece ao princípio de exclusão de Pauli. Não abordamos o princípio de exclusão neste livro.

FÍSICA CLÁSSICA A física que não leva a mecânica quântica em consideração.

FLUTUAÇÕES QUÂNTICAS A aparição e a desapareição constante de partículas virtuais que ocorre no que pensamos ser espaço vazio (o vácuo).

FORÇA ELETROMAGNÉTICA Uma das quatro forças fundamentais da natureza. Faz com que os elétrons orbitem os núcleos de átomos. Em nosso nível, aparece como luz e como todas as outras radiações eletromagnéticas, por exemplo ondas de rádio, micro-ondas, raios X e raios gama. A partícula mensageira (bóson) da força eletromagnética é o fóton.

FORÇA GRAVITACIONAL Uma das quatro forças fundamentais da natureza e também a mais fraca. A gravidade sempre atrai, nunca repele, e pode trabalhar ao longo de distâncias extremamente longas.

FORÇA NUCLEAR FORTE A mais forte das quatro forças fundamentais da natureza. Ela mantém os quarks unidos – em nêutrons e prótons, por exemplo – e é responsável pela maneira como os prótons e nêutrons se mantêm juntos no núcleo. A partícula mensageira (bóson) da força forte é o glúon.

FORÇA NUCLEAR FRACA Uma das quatro forças fundamentais da natureza. As partículas mensageiras (bósons) da força fraca são a W^+ , W^- e a Z^0 . A força fraca é responsável pela radiatividade, por exemplo um tipo chamado radiatividade beta nos núcleos de átomos.

FORÇAS DA NATUREZA As quatro maneiras básicas pelas quais partículas podem interagir entre si. Elas são, da mais forte para a mais fraca, a força forte, a força fraca, a força eletromagnética e a força gravitacional.

FÓTON A partícula mensageira da força eletromagnética. Em nosso nível, fótons aparecem como luz visível e todas as outras radiações no espectro eletromagnético, como ondas de rádio, micro-ondas, raios X e raios gama. Fótons têm massa zero e movem-se à velocidade da luz.

FRACTAL Um padrão geométrico cujas partes se repetem em qualquer escala em que sejam vistas.

FREQUÊNCIA Para um fóton, é a taxa com a qual se altera o campo eletromagnético associado com o fóton. Para os fins deste livro, tudo que o leitor precisa saber é que, quanto mais alta a frequência, maior é a energia do fóton.

FUNÇÃO DE ONDA Na teoria quântica, uma função de onda descreve todos os caminhos que uma partícula poderia seguir entre dois pontos. Se o valor da função de onda é alto para determinado caminho, então é maior a probabilidade de a partícula ser encontrada naquele caminho.

FUNÇÃO DE ONDA DO UNIVERSO Hartle e Hawking tratam o universo como uma partícula quântica. A função de onda do universo de Hartle-Hawking representa todas as histórias que nosso universo poderia ter tido fisicamente. Se o valor da função de onda é alto para uma história, então essa é uma história mais provável.

GLÚON A partícula mensageira que carrega a força forte de um quark para outro e faz com que os quarks fiquem unidos em prótons e nêutrons no núcleo do átomo. Os glúons também interagem entre si.

GRAVIDADE Ver FORÇA GRAVITACIONAL

GRAVIDADE QUÂNTICA A teoria científica que consegue unir a relatividade geral com a mecânica quântica. No momento, não temos tal teoria.

GRÁVITON A partícula mensageira que carrega a força gravitacional entre todas as partículas do universo, incluindo os próprios grávitons. Nenhuma foi observada diretamente.

HÉLIO O segundo mais leve de todos os elementos químicos. O núcleo de um átomo de hélio contém dois prótons e um ou dois nêutrons. Há dois elétrons orbitando o núcleo.

HIDROGÊNIO O mais leve de todos os elementos químicos. O núcleo do hidrogênio comum consiste de apenas um próton. Há um único elétron orbitando o núcleo. O hidrogênio é fundido em hélio no centro das estrelas.

HOMOGÊNEO Que tem a mesma aparência em todos os lugares.

HORIZONTE DE EVENTOS O limite de um buraco negro; o raio em que a velocidade de escape torna-se maior do que a velocidade da luz. É marcado por fótons pairando que, movendo-se à velocidade da luz, não conseguem escapar e também não conseguem ser puxados para dentro do buraco negro. A luz emitida dentro dele é puxada para dentro do buraco negro. Para calcular o raio em que o horizonte de eventos se forma, multiplique a massa solar do buraco negro (a mesma da estrela que entrou em colapso para formá-lo, a não ser que essa estrela tenha perdido massa no início do colapso) por dois, para milhas, ou três, para quilômetros. Assim, um buraco negro de massa solar 10 tem seu horizonte de eventos em um raio de vinte milhas ou trinta quilômetros. Pode-se ver que, se a massa for alterada, o raio em que o horizonte de eventos estará também será alterado, e o buraco negro mudará de tamanho.

INTERAÇÃO ELETROMAGNÉTICA A interação em que um elétron emite um fóton e outro elétron o absorve.

ISOTRÓPICO Que tem a mesma aparência em todas as direções.

MASSA SOLAR Massa equivalente à massa de nosso Sol.

MECÂNICA QUÂNTICA (ou teoria quântica) A teoria desenvolvida, nos anos 1920, que usamos para descrever coisas muito pequenas, geralmente do tamanho do átomo e menores. De acordo com a teoria, luz, raios X e quaisquer outras ondas só podem ser emitidos ou absorvidos em certos “pacotes” chamados “quanta”. Por exemplo, a luz ocorre em quanta conhecidos como fótons e não pode ser dividida em “pacotes” menores do que um fóton. Não se pode ter meio próton, ou um e três quartos de fótons. Na teoria quântica, diz-se que a energia é “quantizada”. A teoria inclui o princípio da incerteza.

MODELO DO UNIVERSO INFLACIONÁRIO Modelo em que o universo inicial passou por um breve período de expansão extremamente rápida.

NÊUTRON Uma das partículas que formam o núcleo de um átomo. Os nêutrons não têm carga elétrica. Cada nêutron é feito de três partículas menores chamadas quarks.

NÚCLEO A parte central de um átomo, formada de prótons e nêutrons (que, por sua vez, são formados por quarks). O núcleo é mantido unido pela força forte.

NÚMEROS IMAGINÁRIOS Números que, quando multiplicados por si mesmos, dão um resultado negativo. Assim, o quadrado de dois imaginário é menos quatro. A raiz quadrada de menos nove é três imaginário.

ONDAS DE RÁDIO Ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda maiores do que os da luz visível. As partículas de ondas de rádio, assim como de toda radiação no espectro eletromagnético, são fótons.

PARADOXO DO AVÔ A ideia de que alguém poderia fazer uma viagem no tempo para o passado e evitar que seus avós dessem à luz seus pais, evitando assim seu próprio nascimento.

PARES DE PARTÍCULAS Pares de partículas que estão sendo criadas em todas as partes do vácuo e o tempo todo. Costuma-se pensar que se trata de partículas virtuais, sua vida é extremamente curta e não podem ser detectadas a não ser indiretamente, observando-se seu efeito sobre outras partículas. Em uma fração de segundo, as duas partículas de um par devem se encontrar novamente e destruir uma à outra.

PARTÍCULA ELEMENTAR Uma partícula que acreditamos não ser feita de nada menor que ela e que não pode ser dividida.

PARTÍCULA VIRTUAL Na mecânica quântica, uma partícula que nunca pode ser detectada diretamente, mas cuja existência conhecemos porque podemos medir seu efeito sobre outras partículas.

PÓSITRON Antipartícula do elétron. Tem carga elétrica positiva.

PRINCÍPIO ANTRÓPICO A ideia de que a resposta à pergunta “por que o universo, como o observamos, é tão adequado para a nossa existência?” é que, se ele fosse diferente, não estaríamos aqui para fazer a pergunta.

PRINCÍPIO DA INCERTEZA Uma partícula não pode ter uma posição definida e uma velocidade definida ao mesmo tempo. Quanto mais precisa é a medição de uma delas, menos acurada será a medida da outra. Da mesma forma, não se pode medir com precisão o valor de um campo e sua taxa de mudança ao longo do tempo. Há outros pares de quantidades que apresentam o mesmo problema. O princípio da incerteza foi descoberto pelo físico alemão Werner Heisenberg, e o nome mais correto é princípio da incerteza de Heisenberg.

PRINCÍPIO DA INCERTEZA DE HEISENBERG Na mecânica quântica, é impossível medir com precisão, ao mesmo tempo, a posição e o momento de uma partícula. Da mesma forma, é impossível medir com precisão, ao mesmo tempo, o valor de um campo e a maneira como esse campo se altera ao longo do tempo.

PROPOSTA DE NÃO LIMITE A ideia de que o universo é finito, mas não tem limites (no tempo imaginário).

PRÓTON Uma das partículas que formam o núcleo do átomo. Os prótons têm uma carga elétrica positiva. Todo próton é formado por três partículas menores chamadas quarks.

PULSAR Uma estrela de nêutrons que gira muito rapidamente e envia pulsos regulares de ondas de rádio, às vezes de várias centenas a milhares de vezes por segundo.

QUARKS As partículas fundamentais (ou seja, as que não podem ser divididas em algo menor) que, quando reunidas em grupos de três, formam prótons e nêutrons. Quarks também se juntam em grupos de dois (um quark e um antiquark) para formar partículas chamadas mésons.

RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA Todas as formas de radiação que compõem o espectro eletromagnético, como ondas de rádio, micro-ondas, luz visível, raios X e raios gama. Toda radiação eletromagnética é constituída de fótons.

RADIAÇÃO EM MICRO-ONDAS Radiação eletromagnética que tem comprimentos de onda maiores do que aqueles da luz visível e menores do que os das ondas de rádio. As partículas da radiação em micro-ondas, como toda a radiação do espectro eletromagnético, são fótons. Um fundo de radiação em micro-ondas que detectamos no universo é a evidência usada para apoiar a ideia do modelo do Big Bang.

RADIAÇÃO HAWKING Radiação produzida por um buraco negro quando efeitos quânticos são levados em consideração. Pode-se pensar na radiação Hawking como um tipo de produção de pares de partículas virtuais próximo ao horizonte de eventos de um buraco negro, em que uma das duas cai dentro do buraco, permitindo que a outra escape para o espaço.

RADIATIVIDADE A ruptura espontânea de um tipo de núcleo atômico em outro.

RAIO A distância mais curta entre o centro de um círculo ou esfera e a circunferência ou superfície.

RAIO GRAVITACIONAL Os fótons não podem escapar de um buraco negro para o universo exterior, saindo de dentro de seu raio. Pode-se pensar no raio gravitacional da mesma forma que no horizonte de eventos, embora os dois termos sejam usados diferentemente. Para calcular, *grossa modo*, o valor desse raio, multiplica-se a massa solar do buraco negro por dois, para milhas, e três, para quilômetros. Assim, um buraco negro de massa solar 10 terá um raio de vinte milhas ou trinta quilômetros.

RAIOS GAMA Radiação eletromagnética de comprimentos de onda bem curtos.

RENORMALIZAÇÃO Um processo que é usado para remover infinitos de uma teoria. Implica adicionar outros infinitos e permitir que os infinitos cancelem-se entre si.

SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA A entropia, a quantidade de desordem, em um sistema isolado pode apenas aumentar, nunca diminuir. Se dois sistemas se unem, a entropia do sistema combinado tem o mesmo valor ou é maior do que as entropias dos dois sistemas somadas.

SETA COSMOLÓGICA DO TEMPO A direção do tempo em que o universo está se expandindo.

SETA PSICOLÓGICA DO TEMPO Nossa experiência cotidiana da maneira como o tempo passa, do passado para o futuro.

SETA TERMODINÂMICA DO TEMPO A entropia (desordem) aumenta ao longo do tempo.

SINGULARIDADE Um ponto no espaço-tempo em que a curvatura de espaço-tempo se torna infinita, um ponto de densidade infinita. Algumas teorias preveem que encontraremos uma singularidade no centro de um buraco negro ou no início ou fim do universo.

SINGULARIDADE DO BIG BANG Uma singularidade no início do universo.

SINGULARIDADE NUA Uma singularidade que não está escondida dentro de um horizonte de eventos.

SUPERGRAVIDADE $N = 8$ Uma teoria que tenta unificar todas as partículas, tanto bósons como férmions, em uma família supersimétrica, e unificar as forças. Foi dessa teoria que Hawking falou em sua palestra lucasiana de 1980, a qual acreditava que poderia se tornar a Teoria de Tudo.

SUPERNOVA A enorme explosão de uma estrela, em que tudo, com exceção do núcleo central, é jogado para o espaço. O material que explode em uma supernova serve como matéria-prima para novas estrelas e para planetas.

TELESCÓPIO ÓPTICO Um telescópio que produz imagens de estrelas e galáxias na parte do espectro eletromagnético que é visível aos olhos humanos.

TEMPO IMAGINÁRIO Tempo medido usando-se números imaginários.

TEORIA DA GRAVIDADE DE NEWTON Todo corpo do universo é atraído na direção dos outros por uma força cuja intensidade é diretamente proporcional à massa dos corpos e à proximidade em que um corpo está do outro. Para expressar com mais precisão: corpos se atraem com uma força proporcional a sua massa e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

TEORIA DE SUPERCORDAS A teoria que explica os objetos fundamentais do universo não como partículas puntiformes, mas como minúsculas cordas ou grupos de cordas. É um importante agente para a unificação de todas as partículas e forças.

TEORIA DE TUDO É a teoria que explica o universo e tudo o que acontece nele.

TEORIA DO BIG BANG A teoria que diz que o universo começou em um estado de densidade e pressão enormes e explodiu, expandindo-se até assumir a forma como o vemos hoje.

TEORIA ELETROFRACA Uma teoria desenvolvida na década de 1960 por Abdus Salam, na Imperial College, Londres, e Steven Weinberg e Sheldon Glashow, em Harvard, que unificou a força eletromagnética e a força fraca.

TEORIA ESPECIAL DA RELATIVIDADE DE EINSTEIN (1905) A nova visão do espaço e do tempo de Einstein. A teoria é baseada na ideia de que as leis da ciência deveriam ser as mesmas para qualquer observador movendo-se livremente, não importando sua velocidade. A velocidade da luz permanece inalterada, não importando a velocidade do observador que a está medindo.

TEORIA GERAL DA RELATIVIDADE DE EINSTEIN (1915) A teoria da gravidade em que a força da gravidade é explicada como uma curvatura do espaço-tempo quadridimensional causada pela presença de massa ou energia. Fornece uma série de equações que determinam quanta curvatura é gerada por qualquer distribuição de massa ou energia. É uma teoria que usamos para descrever a gravidade em nível muito elevado.

TEORIA UNIFICADA Uma teoria que explica todas as quatro forças como uma “superforça” aparecendo de muitas maneiras diferentes e que também junta os férmions e os bósons em uma única família.

VELOCIDADE DE ESCAPE A velocidade necessária para se escapar da gravidade de um corpo com massa, por exemplo a Terra, e escapar para outro ponto do espaço. A velocidade de escape para a Terra é de aproximadamente sete milhas (onze quilômetros) por segundo. A velocidade de escape para um buraco negro é levemente maior do que a velocidade da luz.

VELOCIDADE A velocidade em que algo está se afastando de algum ponto fixo, e a direção em que está se movendo.

W⁺, W⁻, Z⁰ As partículas mensageiras (bósons) da força fraca.

Notas de referência

Capítulo 1

1. Recentemente, encontraram-se evidências de que Gehrig não teria tido esclerose lateral amiotrófica, mas uma doença similar.

Capítulo 2

1. Richard Feynman, *QED: the strange theory of light and matter* (Princeton: Princeton University Press, 1985), p. 4.
2. Stephen W. Hawking, *Uma breve história do tempo: do Big Bang aos buracos negros*. Trad. Ribeiro da Fonseca. Lisboa: Gradiva, 1988. p. 10.
3. Ibid.
4. *Professor Hawking's Universe*, programa da BBC, 1983.
5. Hawking, *A brief history of time*, p. 174.
6. John A. Wheeler, poema não publicado.
7. Feynman, p. 128.
- * O slogan do jogo *Othello* é: “A minute to learn, a lifetime to master”.
8. Stephen W. Hawking, “O fim da física teórica está próximo”, palestra inaugural como professor lucasiano de matemática, abril de 1980.
9. Stephen W. Hawking, “Is everything determined?”, inédito, 1990.
10. Bryan Appleyard, “Master of the universe: Will Stephen Hawking live to find the secret?”, *Sunday Times*.
11. Murray Gell-Mann, palestra.

Capítulo 3

1. Stephen Hawking (organizado por Gene Stone), *A brief history of time: a reader's companion*, Nova York e Londres: Bantam Books, 1992, p. 24.
- * Exceto quando expressamente indicado, todas as citações no capítulo 3 vêm de dois artigos inéditos de Stephen Hawking, “A short history” e “My experience with motor neurone disease”.
2. Entrevista de Hawking a Larry King.
3. Kristine Larsen, *Stephen Hawking: a biography*, Amherst, Nova York: Prometheus Books, 2007, p. 22.
4. Nigel Hawkes, “Hawking's blockbuster sets a timely record”, *Sunday Times*, maio de 1988, p. 8.
5. Hawking, *Reader's companion*, p. 4.
6. Ibid.
7. Ibid., p. 9.
8. Ibid., p. 10.
9. Ibid., p. 13.
10. Ibid.
11. Ibid., p. 12.
12. Larsen, p. 22.
13. Todas as citações de Isobel Hawking, in *Hawking, Reader's Companion*, pp. 7-8.
14. Hawking, *Reader's companion*, p. 12.
15. Jane Hawking, *Music to move the stars: a life with Stephen Hawking*, Londres: Pan Books, 2000, p. 9.
16. As informações sobre a visita a Maiorca vêm de Larsen, p. 24.
17. Hawking, *Reader's companion*, p. 23.

- [18.](#) Ibid., p. 13.
- [19.](#) Stephen Hawking, *Black holes and baby universes and other essays*, Londres: Bantam Books, 1994, p. 3.
- [20.](#) Melissa McDaniel, *Stephen Hawking: revolutionary physicist*, Nova York: Chelsea House Publications, 1994, p. 28.
- [21.](#) Hawking, *Black holes and baby universes*, p. 3.
- [22.](#) Judy Bachrach, “A beautiful mind, an ugly possibility”, *Vanity Fair*, junho de 2004, p. 145.
- [23.](#) Larsen, pp. 25-6.
- [24.](#) Michael Harwood, “The universe and dr. Hawking”, *The New York Times Magazine*, 23 de janeiro de 1983, p. 57.
- [25.](#) Hawking, *Black holes and baby universes*, p. 46.
- [26.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 38.
- [27.](#) Ibid., p. 36.
- [28.](#) Ibid., p. 42.
- [29.](#) Harwood, “Universe and dr. Hawking”, p. 57.
- [30.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 38.
- [31.](#) Ibid., p. 39.
- [32.](#) Harwood, p. 57.
- [*](#) Diploma de primeira classe. [N.E.]
- [33.](#) Ibid.
- [34.](#) Gregg J. Donaldson, “The man behind the scientist”, *Tapping Technology*, maio de 1999, www.mdtpap.org/tt/1999.05/1-art.html.
- [35.](#) Larsen, p. 34.
- [36.](#) Jane Hawking, *Music to move the stars*, Londres: Macmillan, 2000, p. 11.
- [37.](#) Jane Hawking, *Travelling to infinity*, Londres: Alma Books, 2008, p. 15.

Capítulo 4

- [1.](#) Stephen Hawking & Roger Penrose, *The nature of space and time*, Princeton e Oxford: Princeton University Press, 1996, p. 75.
- [2.](#) Larsen, p. 39.
- [3.](#) Denis W. Sciama, *The unity of the universe*, Garden City, Nova Jersey: Doubleday and Company, 1961, p. vii.
- [4.](#) Stephen Hawking, “Sixty years in a nutshell”, in G. W. Gibbons, E. P. S. Shellard & S. J. Rankin (orgs.), *The future of theoretical physics and cosmologia: celebrating Stephen Hawking’s contributions to physics*, Cambridge, Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 106.
- [5.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 50.
- [*](#) Para informações sobre o início de namoro de Stephen e Jane Hawking, consulte *Music to move the stars* e *Travelling to infinity*, de Jane Hawking, e *A short history*, de Hawking.
- [6.](#) Jane Hawking, *Music to move the stars*, p. 17.
- [7.](#) Ibid.
- [8.](#) Ibid., p. 23.
- [9.](#) Ibid., p. 25.
- [10.](#) Ibid., p. 26.
- [*](#) Bailes de Maio, em Cambridge, costumam acontecer em junho.
- [11.](#) Ibid., p. 29.
- [12.](#) Ibid.
- [13.](#) Hawking, *Brief history of time*, p. 49.
- [14.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 53.
- [15.](#) Jane Hawking, *Music to move the stars*, p. 43.
- [16.](#) Veash, Nicole Tuesday, “Ex-wife’s kiss-and-tell paints Hawking as tyrant”, *Indian Express*, Bombay, 3 de agosto de 1999, p. 1.
- [17.](#) Jane Hawking, *Travelling to infinity*, p. 43.
- [*](#) Rua de Londres famosa pela quantidade de clínicas médicas. [N. T.]
- [18.](#) Ibid., p. 44.

- [19.](#) Ibid.
- [20.](#) *Master of the universe: Stephen Hawking*, BBC, transmissão em 1989.
- [21.](#) Appleyard.
- [22.](#) Jane Hawking, entrevista pessoal com a autora, Cambridge, abril de 1991.
- [23.](#) Larsen, p. 45.
- [24.](#) Ibid., pp. 45-6.
- [25.](#) Jane Hawking, *Travelling to infinity*, p. 56.
- [26.](#) ABC, 20/20, transmissão em 1989.
- [27.](#) Jane Hawking, *Music to move the stars*, p. 68.

Capítulo 5

- [1.](#) Hawking, “A short history”, p. 5.
- [2.](#) Jane Hawking, *Music to move the stars* (edição revisada), p. 80.
- [3.](#) Larsen, p. 52.
- [4.](#) Jane Hawking, *Music to move the stars* (edição revista), p. 91.
- [5.](#) Stephen Hawking, na BBC, *Horizon*, “The Hawking paradox”, 2005.
- [6.](#) Jane Hawking, *Music to move the stars* (edição revisada), pp. 113-4.
- [7.](#) ABC, 20/20.
- [8.](#) Bob Sipchen, “The sky no limit in the career of Stephen Hawking”, *West Australian*, 16 de junho de 1990.
- [9.](#) Appleyard.
- [10.](#) John Boslough, *Beyond the black hole: Stephen Hawking’s universe*, Glasgow: Fontana/Collins, 1984, p. 107.
- [11.](#) Hawking, “A short history”, p. 34.
- [12.](#) BBC, *Horizon*: “The Hawking paradox”.
- [13.](#) Bryce S. De Witt, “Quantum gravity”, *Scientific American*, vol. 249, n. 6 (dezembro de 1983), p. 114.
- [*](#) Estrelas com massas menores do que aproximadamente oito massas solares provavelmente não encolhem o suficiente para se tornarem buracos negros. Apenas estrelas com muita massa viram buracos negros.
- [14.](#) S. W. Hawking, “Black holes in general relativity”, *Communications in Mathematical Physics* 25 (1972), pp. 152-66.

Capítulo 6

- [1.](#) Larsen, p. 54.
- [2.](#) Hawking, “Sixty years in a nutshell”, p. 111.
- [3.](#) Stephen W. Hawking, tese de doutorado, Universidade de Cambridge, março de 1966.
- [4.](#) S. W. Hawking e R. Penrose, “The singularities of gravitational collapse and cosmology”, *Proceedings of the Royal Society of London A* 314 (1970), pp. 529-48.
- [5.](#) BBC, *Horizon*, “The Hawking paradox”.
- [6.](#) Hawking, *Brief history of time*, p. 103.
- [7.](#) S. W. Hawking, “Gravitational radiation from colliding black holes”, *Physics Review Letters*, 26 (1971), pp. 1344-6.
- [8.](#) Jacob D. Bekenstein, “Black hole thermodynamics”, *Physics Today*, janeiro de 1980, pp. 24-6.
- [9.](#) Kip Thorne, *Black holes and time warps*, Nova York: W. W. Norton and Company, 1994, p. 427.
- [10.](#) J. M. Bardeen, B. Carter e S. W. Hawking, “The four laws of black hole mechanics”, *Communications in Mathematical Physics*, 31 (1973), p. 162.
- [11.](#) Hawking, *Brief history of time*, p. vi.
- [12.](#) Ibid., p. 105.
- [13.](#) Stephen Hawking, entrevista pessoal com a autora, Cambridge, dezembro de 1989.
- [14.](#) Hawking, *Brief history of time*, p. 108.
- [15.](#) Dennis Overbye, “The wizard of space and time”, *Omni*, fevereiro de 1979, p. 106.
- [16.](#) Hawking, *Reader’s companion*, pp. 93-4.

- [17.](#) Boslough, p. 70.
- [18.](#) Stephen Hawking, “Black hole explosions?”, *Nature*, 248 (1974), pp. 30-1.
- [19.](#) J. G. Taylor e P. C. W. Davies, artigo em *Nature*, 248 (1974).
- [20.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 108.
- [21.](#) Boslough, p. 70.
- [22.](#) Bernard Carr, “Black hole primordials”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 236.
- [23.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 110.
- [24.](#) Stephen Hawking, *Hawking on the Big Bang and black holes*, Cingapura: World Scientific, 1993, p. 3.
- [25.](#) J. B Hartle e S. W. Hawking, “Path-integral derivation of black hole radiance”, *Physical Review D* 13 (1976), pp. 2.188-203.

Capítulo 7

- [1.](#) Thorne, *Black holes and time warps*, p. 420.
- [2.](#) Gerald Jonas, “A brief history”, *The New Yorker*, 18 de abril de 1988, p. 31.
- [3.](#) Ellen Walton, “Brief history of hard times” (entrevista com Jane Hawking), *Guardian*, 9 de agosto de 1989.
- [4.](#) Ibid.
- [5.](#) Jane Hawking, entrevista pessoal com a autora, Cambridge, abril de 1991.
- [6.](#) Ibid.
- [7.](#) Harwood, p. 58.
- [8.](#) Jane Hawking, *Music to move the stars*, p. 88.
- [9.](#) Ibid., p. 178.
- [10.](#) *Master of the universe*, BBC.
- [11.](#) ABC, 20/20.
- [12.](#) Harwood, p. 53.
- [13.](#) *Master of the universe*, BBC.
- [14.](#) “Hawking gets personal”, *Time*, 27 de setembro de 1993, p. 80.
- [15.](#) *Master of the universe*, BBC.
- [16.](#) Ibid.
- [17.](#) Ibid.
- [18.](#) Ibid.
- [19.](#) Robert Matthews, “Stephen Hawking fears prejudice against fundamental research threatens the future of science in Britain”, *CAM: The University of Cambridge Alumni Magazine*, Michaelmas Term, 1995, p. 12.
- [20.](#) Harwood, p. 58.
- [21.](#) Exceto onde indicado de outra forma, as informações nesses parágrafos a respeito da experiência da família Hawking em Pasadena, Califórnia, vieram de Jane Hawking, *Music to move the stars*, pp. 249.
- [22.](#) Jane Hawking, *Travelling to infinity*, p. 222.
- [23.](#) D. N. Page e S. W. Hawking, “Gamma rays from black holes primordials”, *Astrophysical Journal*, 206 (1976).
- [24.](#) Hartle e Hawking, “Path integral derivation”, p. 2.188.
- [25.](#) Faye Flam, “Plugging a cosmic information leak”, *Science* 259 (1993), p. 1.824.
- [26.](#) Jane Hawking, *Travelling to infinity*, p. 232.
- [27.](#) Ibid.

Capítulo 8

- [1.](#) Nigel Farndale, “A brief history of the future”, *Sydney Morning Herald*, 7 de janeiro de 2000.
- [2.](#) Jane Hawking, *Travelling to infinity*, p. 285.
- [3.](#) Ibid., p. 284.
- [4.](#) S. W. Hawking e W. Israel (org.), *General relativity*, Cambridge: Cambridge University Press, 1979, p. xvi.
- [5.](#) Hawking, *Reader’s Companion*, pp. 151-2.

- [6.](#) Jane Hawking, *Music to move the stars*, pp. 410-2.
- [7.](#) Walton.
- [8.](#) *Master of the universe*, BBC.
- [9.](#) Dennis Overbye, “Cracking the cosmic code with a little help from dr. Hawking”, *The New York Times*, 11 de dezembro 2001.
- [10.](#) Kip Thorne, in Hawking, *Reader’s companion*, p. 120.
- [11.](#) A história foi extraída de Leonard Susskind, *The black hole war*, Nova York, Boston e Londres: Back Bay Books, 2008, pp. 20-1.
- [12.](#) Ibid., pp. 17-8.
- [13.](#) Andrei Linde, “Inflationary theory versus the ekpyrotic/cyclic scenario”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 801.
- [14.](#) BBC, *Horizon*, “The Hawking paradox”.
- [15.](#) Ibid.
- [16.](#) Esse exemplo é parafraseado, com algumas modificações, de Tim Folger, “The ultimate vanishing act”, *Discover*, outubro de 1993, p. 100.
- [17.](#) BBC, *Horizon*, “The Hawking paradox”.
- [18.](#) Ibid.
- [19.](#) Ibid.
- [20.](#) “Out of a black hole”, palestra na Caltech, 9 de abril de 2008.
- [*](#) As ideias de Hawking não eram a única ameaça séria ao determinismo nos anos 1980. Igualmente significativa era a teoria do caos. Ilya Prigogine e Isabelle Stengers apresentaram esse desafio em seu livro, de 1985, *Order out of chaos* [lançado no Brasil com o título *A nova aliança*], ao escrever: “Quando diante desses sistemas instáveis, o [ser onisciente] de Laplace é tão impotente quanto nós” (Ilya Prigogine e Isabelle Stengers, *Order out of chaos*. Londres: Heinemann, 1985).
- [21.](#) BBC, *Horizon*, “The Hawking paradox”.
- [22.](#) Ibid.

Capítulo 9

- [*](#) O comentário de Hawking em *Uma breve história do tempo* de que o papa dissera que os cientistas “não deviam pesquisar o momento da Criação” foi uma citação ou tradução errada das palavras do papa.
- [1.](#) Boslough, p. 100.
- [2.](#) Ibid.
- [3.](#) Ibid., p. 101.
- [4.](#) Ibid., p. 105.
- [5.](#) Hawking, *Brief history of time*, p. 133.
- [6.](#) S. W. Hawking e G. F. R. Ellis, “The cosmic black-body radiation and the existence of singularities in our universe”, *Astrophysical Journal*, 152 (1968), pp. 25-36.
- [7.](#) Hawking, *Brief history of time*, pp. 71-2.
- [8.](#) Ibid., pp. 132-3.
- [*](#) Exceto quando indicado de outra forma, os parágrafos sobre Andrei Linde e sua teoria da inflação são baseados em Linde, “Inflationary theory”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), pp. 801-2.
- [9.](#) Ibid., p. 802.
- [10.](#) Ibid.
- [11.](#) Ibid.
- [12.](#) Ibid.
- [13.](#) Hawking fala sobre isso em *Brief history of time*, p. 131.
- [14.](#) A. D. Linde, “A new inflationary universe scenario: a possible solution of the horizon, flatness, homogeneity, isotropy, and primordial monopole problems”, *Physics Letters*, B108 (1982), pp. 389-93.
- [15.](#) S. W. Hawking e I. G. Moss, “Supercooled phase transitions in the very early universe”, *Physics Letters*, B110 (1982), p. 35.
- [16.](#) Linde, Steinhardt e Albrecht agora recebem crédito conjunto pelo “modelo da nova inflação”.
- [17.](#) S. W. Hawking, “The development of irregularities in a single bubble inflationary universe”, *Physics Letters*, B115 (1982), pp.

Capítulo 10

- [1.](#) Stephen W. Hawking, “The edge of spacetime”, in Paul C. W. Davies, *The new physics*, Cambridge: Cambridge University Press, 1989, p. 67.
- [2.](#) Ibid.
- [3.](#) Ibid., p. 68.
- [4.](#) Ibid.
- [5.](#) Ibid.
- [6.](#) Jerry Adler, Gerald Lubenow e Maggie Malone, “Reading God’s mind”, *Newsweek*, 13 de junho de 1988, p. 59.
- [7.](#) Hawking, “A short history”, inédito, p. 6.
- [8.](#) *Master of the universe*, BBC.
- [9.](#) Don N. Page, “Hawking’s timely story”, *Nature*, 332, 21 de abril de 1988, p. 743.
- [10.](#) Hawking, *Brief history of time*, p. 174.
- [11.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 122.
- [12.](#) Ibid.
- [*](#) Isotropia é a qualidade de ser a mesma coisa em todas as direções.
- [13.](#) Andrei Linde, em um e-mail para a autora, em 21 de março de 2011.
- [14.](#) John Barrow, *The book of universes*, Londres: The Bodley Head, 2011, p. 202.
- [15.](#) Ibid., p. 205.

Capítulo 11

- [1.](#) Hawkes, p. 8.
- [2.](#) Informações sobre as viagens naquele verão e o telefonema para Suíça vêm de *ibid.*, pp. 350, 357-9.
- [3.](#) Walton.
- [4.](#) Ibid.
- [5.](#) Ibid.
- [6.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 155.
- [7.](#) Matthews, p. 10.
- [8.](#) Robert Crampton, “Intelligence test”, *The Times Magazine*, 8 de abril de 1995, p. 27.
- [9.](#) Hawking, “My experience with motor neurone disease”, inédito.
- [10.](#) Jane Hawking, *Music to move the stars* (edição revisada), p. 443.
- [11.](#) Bachrach, p. 149.
- [12.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 161.
- [13.](#) Hawking, *Brief history of time*, p. viii.
- [14.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 154.
- [15.](#) Stephen W. Hawking, “A brief history of A brief history”, *Popular Science*, agosto de 1989, p. 70.
- [16.](#) S. W. Hawking e W. Israel (org.), *300 years of gravitation*, Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- [17.](#) Hawkes.
- [18.](#) Hawking, “Brief history of *A brief history*”, p. 72.
- [19.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. viii.
- [20.](#) Hawking, “Brief history of *A brief history*”, p. 72.
- [*](#) Em seu livro *Uma breve história do tempo*, Hawking contou a história de uma idosa que se levantou ao fim de uma palestra científica, ofendida com o orador, e insistiu que o mundo é um plano apoiado nas costas de uma tartaruga gigante. Quando o orador perguntou a ela o que imaginava ser o sustentáculo da tartaruga, ela respondeu que era uma pergunta muito inteligente, mas que na verdade “havia tartarugas até lá embaixo”.
- [21.](#) Matthews, p. 10.

[22.](#) ABC, 20/20.

Capítulo 12

[1.](#) Walton.

[2.](#) ABC, 20/20.

[3.](#) Ibid.

[4.](#) Ibid. e *Master of the universe*, BBC.

[5.](#) ABC, 20/20.

[6.](#) Citado em Larsen, p. 82.

[7.](#) Hawkes, p. 8.

[8.](#) Walton.

[9.](#) ABC, 20/20.

[10.](#) Crampton, p. 28.

[11.](#) Entrevista pessoal de Stephen Hawking com a autora, Cambridge, dezembro de 1989.

[12.](#) Ibid.

[13.](#) Ibid.

[14.](#) David H. Freedman, “Maker of worlds”, *Discover*, julho de 1990, p. 49.

[15.](#) M. Mitchell Waldrop, “The quantum wave function of the universe”, *Science*, 242, 2 de dezembro de 1988, p. 1.248.

[16.](#) Stephen Hawking, entrevista pessoal com a autora, Cambridge, junho de 1990.

[17.](#) Stephen W. Hawking, “Black holes and their children, baby universes”, inédito, p. 7.

[18.](#) Kip Thorne, “Warping spacetime”, in Gibbons, Shellard e Rankin (org.), pp. 102-3.

[19.](#) Informações e citações neste parágrafo estão contidas em *ibid.*

[20.](#) Hawking, *Black holes and baby universes*, p. 154.

[21.](#) Thorne, “Warping spacetime”, p. 103.

Capítulo 13

[1.](#) ABC, programa 20/20.

[2.](#) Sipchen.

[3.](#) *Master of the universe*, BBC.

[4.](#) Appleyard.

[5.](#) Sipchen.

[6.](#) Hawking, *Brief history of time*, p. 174.

[7.](#) M. Mitchell Waldrup, “The quantum wave function of the universe”, *Science*, 242, 2 de dezembro de 1988, p. 1.250.

[8.](#) Hawking, *Brief history of time*, p. 175.

[9.](#) *Master of the universe*, BBC.

[10.](#) As informações biográficas de Errol Morris vêm de Philip Gourevitch, “Interviewing the universe”, *The New York Times Magazine*, 9 de agosto de 1992, http://www.errolmorris.com/content/profile/bhot_gourevitch.html.

[11.](#) David Stevens, IMDb Minibiografia de Errol Morris, <http://www.imdb.com/name/nm0001554/bio>.

[12.](#) Gourevitch.

[13.](#) Ibid.

[14.](#) Hawking, *Reader's companion*, pp. viii–ix.

[15.](#) Gourevitch.

[16.](#) Bachrach, p. 149.

[17.](#) Gordon Freedman, “Afterword”, in Hawking, *Reader's companion*, p. 182.

[18.](#) Gourevitch.

[19.](#) David Ansen, “Off the beaten track”, *Newsweek*, 21 de setembro de 1992, p. 50B.

[20.](#) Richard Schickel, “The thrust of his thought”, *Time*, 31 de agosto de 1992, pp. 66, 69.

[21.](#) As três citações de Errol Morris foram retiradas de Gourevitch.

[*](#) A noite de Guy Fawkes, refere-se ao episódio, ocorrido em 5 de novembro de 1605, em que o soldado católico inglês Guy Fawkes tentou explodir o parlamento inglês e matar o rei Jaime I da Inglaterra, que era protestante. [N.E.]

Capítulo 14

[1.](#) Barrow, p. 231.

[2.](#) Linde, “Inflationary theory”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 811.

[3.](#) David Gross, “String theory”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 465.

[4.](#) Informações sobre A viagem vêm de Edward Rothstein, “Glass on Columbus, hip on a grand scale”, *International Herald Tribune*, 15 de outubro de 1992; e Katrine Ames, “Santa Maria and spaceships”, *Newsweek*, 2 de novembro de 1992.

[5.](#) As informações nos parágrafos sobre a aparição de Hawking em *Jornada nas estrelas* são provenientes de “Trek stop”, *People Magazine*, 28 de junho de 1993, pp. 81–2.

[6.](#) Ibid., p. 81.

[7.](#) Ibid., p. 82.

[8.](#) Ibid.

[9.](#) Ibid., p. 81.

[10.](#) Stephen Hawking, *The universe in a nutshell*, Nova York e Londres: Bantam Books, 2001, p. 157.

[11.](#) As informações neste parágrafo a respeito da aparição de Hawking diante de um público de jovens deficientes vêm de Michael D. Lemonick, “Hawking Gets Personal”, *Time*, 27 de setembro de 1993, p. 80.

[12.](#) Ibid.

[13.](#) Crampton, p. 28.

[14.](#) Sharon Begley e Jennifer Foote, “Why past is past”, *Newsweek*, 4 de janeiro de 1993, p. 50.

[15.](#) As informações neste parágrafo sobre vírus de computador vêm de Fred Tasker, “Deep Thinkers Abuzz over Idea of Computer Virus as Life”, *Richmond Times–Dispatch*, 10 de agosto de 1994, p. 4; e Mike Snider, “Are Computer Viruses a Form of Life?”, *U.S.A. Today*, 3 de agosto de 1994, p. 1. As citações de Hawking são provenientes de Tasker.

[16.](#) G. W. Gibbons e S. W. Hawking (orgs.), *Euclidean quantum gravity*, Cingapura: World Scientific Publishing Company, 1993.

[17.](#) Hawking, *Hawking on the Big Bang and black holes*.

[18.](#) S. W. Hawking, “The no-boundary proposal and the arrow of time”, in J. J. Halliwell, J. Perez-Mercader e W. H. Zurek (orgs.), *Physical origins of time asymmetry*, Cambridge: Cambridge University Press, 1992, p. 268.

[19.](#) Begley e Foote, p. 50.

[20.](#) Hawking, *Brief history of time*, p. 148.

[21.](#) Ibid., p. 149.

[22.](#) Don N. Page, “Will entropy decrease if the universe recollapses”, *Physical Review*, D32 (1985), pp. 2.496-9.

[23.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 166.

[24.](#) S. W. Hawking, “The arrow of time in cosmology”, *Physical Review*, D32 (1985), p. 2.495.

[25.](#) Leonard Susskind, “Twenty years of debate with Stephen”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 330.

[26.](#) Citado em Dugald Murdoch, *Niels Bohr’s philosophy of physics*, Cambridge: Cambridge University Press, 1987, p. 52.

[27.](#) Susskind, “Twenty years of debate”, p. 334.

[28.](#) Susskind, *Black hole war*, p. 287.

Capítulo 15

[1.](#) Crampton, pp. 27-8.

[2.](#) Ambas as citações vêm de ibid.

[3.](#) As informações neste parágrafo a respeito do concerto em Aspen são de Richard Jerome, Vickie Bane e Terry Smith, “Of a mind to marry: physicist Stephen Hawking pops the most cosmic question of all to his nurse”, *People Magazine*, 7 de agosto de 1995, pp. 45-6.

[4.](#) Jerome, Bane e Smith, p. 45.

5. Da Associated Press, informado em *The New York Times*, 16 de setembro de 1995, p. L-20.
6. Jerome, Bane, e Smith, p. 45.
7. Bachrach, p. 144.
8. Lemonick, p. 80.
9. Hawking e Penrose, *Nature of space and time*, p. 4.
10. Stephen Hawking, em conversa com a autora, primavera de 1996.
11. Hawking e Penrose, *Nature of Space and Time*, p. 4.
12. Ver Kitty Ferguson, “Devouring the future: a profile of Stephen Hawking”, *Astronomy Magazine*, dezembro de 1998.
13. Informações sobre essas apostas e singularidades nuas vêm de Malcolm W. Browne, “A bet on a cosmic scale, and a concession, sort of”, *The New York Times*, 12 de fevereiro de 1997, p. A-22.
14. Stephen Hawking e Roger Penrose, “Afterword to the 2010 edition: the debate continues”, *The nature of space and time*, Princeton e Londres: Princeton University Press, 1996, 2010, p. 139.
15. Ibid., p. 140.
16. Stephen Hawking, “Remarks by Stephen Hawking”, White House Millennium Council 2000, <http://clinton4.nara.gov/Initiative/Millennium/shawking.html>.
17. Robin McKie, “Master of the universe”, *Observer*, 21 de outubro de 2001.
18. Martin Durrani, “Hawking slams ‘stupid, worthless’ play”, *Physics World*, agosto de 2000, p. 8.
19. Elizabeth Grice, “Dad’s important, but we matter, too”, *Telegraph*, 13 de abril de 2004, <http://www.telegraph.co.uk/arts/main.jhtml?xml=/arts/2004/04/13.bohawk13.xml>.
20. M. Bucher, A. S. Goldhaber e N. Turok, “Open universe from inflation”, *Physical Review*, D52 (1995), pp. 3.314-37.
21. S. W. Hawking e N. Turok, “Open inflation without false vacua”, *Physics Letters*, B425 (1998), pp. 25–32.
22. Neil Turok, citado em “All things came from a pea”, *+Plus Magazine... Living Mathematics*, Projeto Millenium Maths, do Centro de Ciências Matemáticas da Universidade de Cambridge, 23 de novembro de 2007, <http://web.uvic.ca/%7Ejtwong/Hawking-Turok.htm>.
- * “All things came from a pea”.
- ** *Give peas a chance*: trocadilho com o lema da década de 1970, protagonizado por John Lennon, “Give peace a chance” [Dê uma chance à paz]. [N. T.]
23. Tom Yulsman, “Give peas a chance”, *Astronomy Magazine*, setembro de 1999, pp. 38–9.
24. Andrei Watson, “Inflation confronts an open universe”, *Science*, 279 (1998), p. 1.455.
25. David Salisbury, “Hawking, Linde spar over birth of the universe”, *Stanford Report Online*, 19 de abril de 1998, <http://news-service.stanford.edu/news/1998/april29/hawking.html>.
26. Yulsman, p. 39.
27. Salisbury.
28. Yulsman, p. 38.
29. Ibid., p. 39.
30. Salisbury.
31. Ibid.
32. S. W. Hawking, “A debate on open inflation”, in David O. Caldwell (org.), *COSMO-98: Second International Workshop on Particle Physics and the Early Universe*, College Park, Md: American Institute of Physics, 1999, p. 21.

Capítulo 16

1. Stephen Hawking, entrevista com Larry King.
2. Kitty Ferguson, *The music of Pythagoras*, Nova York: Walker Publishing, 2008, pp. 107 e 136.

Capítulo 17

1. Nigel Farndale, “A brief history of the future”, *The Hindu Magazine*, 15 de janeiro de 2000, p. 1.
2. Nick Paton Walsh, “Alter our DNA or robots will take over, warns Hawking”, *Observer*, 2 de setembro de 2001.

- [3.](#) Farndale, “Brief history of the future”, p. 2.
- [4.](#) Ibid.
- [5.](#) Ibid.
- [6.](#) “Space colonies needed for human survival”, *Guardian*, 16 de outubro de 2001, p. 3.
- [7.](#) Brian Pippard, “The invincible ignorance of science”, *The great ideas today, 1990*, Encyclopaedia Britannica, Inc., p. 325.
- [8.](#) Gregory Benford, “Leaping the abyss”, *Reason Online*, abril de 2002, <http://reason.com/0204/fe.gb.leaping.shtml>.
- [9.](#) Hawking, *Universo numa casca de noz*, p. 57.
- [10.](#) Stephen Hawking, “Gödel and the end of physics”, palestra para a Celebração Centenária de Dirac, 20 de julho de 2002.
- [11.](#) Kip Thorne in Hawking, *Reader’s companion*, p. 120.
- [12.](#) Hawking, “Gödel and the end of physics”.
- [13.](#) Hawking, *Universo numa casca de noz*, p. 54.
- [14.](#) Hawking, “Sixty years in a nutshell”, p. 105.
- [15.](#) Martin Rees, “Our complex cosmos and its future”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 17.
- [16.](#) Roger Penrose, “The problem of spacetime singularities: implications for quantum gravity?”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 51.
- [17.](#) Brandon Carr, que era pós-graduando assistente de Hawking nos anos 1970, “Primordial black holes”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 236.
- [18.](#) Susskind, “Twenty years of debate”, p. 330.
- [19.](#) Raphael Bousso, “Adventures in de sitter space”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 539.
- [20.](#) Gary Gibbons, “Euclidean quantum gravity: the view from 2002”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 370.
- [21.](#) Michael Green, “A brief description of string theory”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 473.
- [22.](#) Neil Turok, “The ekpyrotic universe and its cyclic extension”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 781.
- [23.](#) Thorne, “Warping spacetime”, in Gibbons, Shellard e Rankin (orgs.), p. 74.
- [24.](#) Natalie Clarke, “Professor Hawking in assault probe”, *Daily Mail*, janeiro de 2004, <http://www.dailymail.co.uk/news/article-206323/Professor-Hawking-assault-probe.html#ixzzlGNPJURlq>.
- [25.](#) “Hawking extols joy of discovery”, BBC News, 11 de janeiro de 2002.
- [26.](#) Alan H. Guth e David I. Kaiser, “Inflationary cosmology: exploring the universe from the smallest to the largest scales”, *Science*, vol. 307, n. 5.711 (11 de fevereiro de 2005), pp. 884-90.
- [*](#) O balão fazia parte do boomerang Experiment (Balloon Observations of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics).
- [**](#) O WMAP foi resultado de uma parceria entre o Centro de Voos Espaciais Goddard e da Universidade de Princeton.
- [27.](#) Barrow, p. 206.
- [28.](#) NASA/WMAP Science Team, National Aeronautics and Space Administration, “First year results on the oldest light in the universe”, 11 de fevereiro de 2003, http://wmap.gsfc.nasa.gov/news/PressRelease_03-064.html.
- [29.](#) Sarah L. Bridle, Ofer Lahav, Jeremiah P. Ostriker e Paul J. Steinhardt, “Precision cosmology? Not just yet...”, 10 de março de 2003, <http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0303180>.
- [30.](#) Ibid.
- [31.](#) BBC, *Horizon*, “The Hawking paradox”.
- [32.](#) “This week’s finds in mathematical physics” (Semana 207), 25 de julho de 2004: “John Baez’s stuff”, baez@math.removethis.ucr.andthis.edu.
- [33.](#) Susskind, *Black hole war*, p. 420.
- [34.](#) Ibid., p. 419.
- [35.](#) BBC, *Horizon*, “The Hawking paradox”.
- [36.](#) Jenny Hogan, “Hawking cracks black hole paradox”, *New Scientist*, 14 de julho de 2004.
- [37.](#) Stephen Hawking, “Out of a black hole”, palestra na Caltech, 9 de abril de 2008.
- [38.](#) Stephen W. Hawking, artigo para a 17ª Conferência Internacional Relatividade Geral e Gravidade, Dublin, julho de 2004.
- [39.](#) David Whitehouse, “Black holes turned inside out”, BBC News, 22 de julho de 2004.
- [40.](#) Tim Folger, “Return of the invisible man”, *Discover Magazine*, julho/agosto de 2009, p. 48.
- [41.](#) Stephen Hawking, “To boldly go”, palestra para graduandos da Caltech, 14 de janeiro de 2005.

1. Tim Adams, “Brief history of a first wife”, *Observer*, 4 de abril de 2004, <http://observer.guardian.co.uk/review/story/0,1185067,00.html>.
2. “Stephen Hawking’s alternate universe”, vídeo no Instituto Smithsonian, Washington, DC, 14 de fevereiro de 2005.
3. Ibid.
4. Stephen W. Hawking, palestra no Instituto Smithsonian, Washington, DC, 14 de fevereiro de 2005.
5. Ibid.
6. Associated Press, “Scientist Stephen Hawking decries Iraq War”, *USA Today*, 3 de novembro de 2004.
7. Alan Boyle, “The show goes on for Stephen Hawking”, 15 de junho de 2006, <http://www.msnbc.msn.com/id/10086479> (não mais disponível).
8. Steve Connor e Stephen Castle, “Hawking criticizes EU States trying to ban stem cell research”, *Independent*, 24 de julho de 2006.
9. Lucy e Stephen Hawking, *George’s secret key to the universe*, Londres: Doubleday, 2007.
10. Alan Boyle, “The show goes on for Stephen Hawking”, MSNBC, 15 de novembro de 2005, <http://www.msnbc.msn.com/id/10086479>.
11. “Hawking’s humor”, *Israel Today*, 28 de janeiro de 2007, israeltoday.co.il.
12. “Stephen Hawking to divorce second wife”, *Mail Online*, última atualização em 19 de outubro de 2006, <http://www.dailymail.co.uk/news/article-411349/Stephen-Hawking-divorce-second-wife.html#ixzzlGNl5ylyx>.
13. Natalia Shuhmaher e Robert Brandenberger, “Brane gas-driven bulk expansion as a precursor state to brane inflation”, *Physics Review Letters*, 95 (2006), 161301.
14. Ver W. Lerche, D. Lust e A. N. Schellekens, “Chiral four-dimensional heterotic strings from selfdual lattices”, *Nuclear Physics*, B287 (1987), p. 477.
15. A. D. Linde, “Eternally existing self-reproducing chaotic inflationary universe”, *Phys. Lett.*, B175 (1986), p. 395.
- * ADS significa anti-de Sitter; CFT é teoria conforme de campos.
16. Juan Martin Maldacena, “The Large N Limit of Superconformal Field Theories and Supergravity”, novembro de 1997, <http://inspirebeta.net/record/451647>.
17. Hawking e Penrose, “Afterword to the 2010 Edition”, *Nature of Space and Time*, p. 142.
18. Stephen Hawking e Leonard Mlodinow, *The grand design*, Londres: Transworld, 2010, p. 118.
19. Tim Folger, “Our universe is perfectly tailored for life”, *Discover Magazine*, dezembro de 2008, http://discovermagazine.com/2008/dec/10-sciences-alternative-to-an-intelligent-creator/article_view?searchterm=Andrei%20Linde&b_start:int=1.
20. Mario Livio e Martin J. Rees, “Anthropic reasoning”, *Science*, vol. 309, n. 5.737 (12 de agosto de 2005), pp. 1.022-3.
21. Stephen Hawking, “The origins of the universe”, palestra na Caltech, 4 de abril de 2006.
22. S. W. Hawking e Thomas Hertog, “Populating the landscape: a top down approach”, fevereiro de 2006, <http://inspirebeta.net/record/710178>; e Amanda Gefer, “Mr. Hawking’s flexiverse”, *New Scientist*, 189 (2006), n. 2.548, pp. 28-32.
23. Emine Saner, “Lucy Hawking’s fears”, *Evening Standard* (Londres), 14 de abril de 2004, <http://www.thisislondon.co.uk/showbiz/article-10226902-lucy-Hawking-fears.do> (acessado em junho de 2011).
24. Steve Cray, “Rock-star welcome for top scientist”, *South China Morning Post*, 13 de junho de 2006, Seção Cidades, p. 1.
25. Alexa Olesen, “Stephen Hawking: earth could become like Venus”, 22 de junho de 2006, http://www.livescience.com/environment/ap_060622_hawking_climate.html.
26. Lucy e Stephen Hawking, *George’s secret key to the universe*, Londres: Doubleday, 2007; e Lucy e Stephen Hawking, *George’s cosmic treasure hunt*, Londres: Doubleday, 2009.
27. Perguntas e respostas: Stephen Hawking e sua filha Lucy, *TODAY, All’s Book Club*, 1º de novembro de 2007, <http://today.msnbc.msn.com/id/21550559/ns/today-books/> (acessado em junho de 2011).
28. Harry MacAdam, “Search is vital, says Hawking”, *Sun*, 28 de dezembro de 2006, <http://www.thesun.co.uk/article/0,,2-2006600196,00.html>.
29. Yahoo Searchblog, 1º de agosto de 2006, <http://www.ysearchblog.com/archives/999336.html>.

30. “Hawking Misrepresents Pope John Paul II”, Catalyst 31 (2006), n. 6,
http://www.catholicleague.org/catalyst/2006_catalyst/07806.htm#broward.
31. “Hawking misrepresents pope John Paul II”, Liga Católica pelos Direitos Religiosos e Civis,
<http://www.catholicleague.org/catalyst.php?year=2006&month=July-August&read=2078>.
32. Alan Boyle, “Hawking goes Zero-G: ‘Space, here I come’”, *Space on msnbc.com*,
http://www.msnbc.msn.com/id/18334489/ns/technology_and_science-space/.
33. Ibid.
34. Ibid.

Capítulo 19

1. Os dados sobre o informe de resultados de 2008 e as citações vêm da equipe científica da nasa/WMAP, National Aeronautics and Space Administration, “Fifth year results on the oldest light in the universe”, 7 de março de 2008.
2. M. Cruz, E. Martinez-Gonzalez, P. Vielva, J. M. Diego, M. Hobson, N. Turok, “The CMB cold spot: texture, cluster or void?”, abril de 2008, <http://inspirebeta.net/record/783713>.
3. Mike Wade, “Peter Higgs Launches Attack against Nobel Rival Stephen Hawking”, *Sunday Times*, 11 de setembro de 2008, <http://www.timesonline.co.uk/tol/news/science/article4727894.ece>.
4. “Hawking bets CERN mega-machine won’t find ‘God’s Particle’”, 9 de setembro de 2008, <http://afp.google.com/article/ALeqM5jaOONGqv-xW-JhBOWgiNCVi6Rsmw>.
5. Wade.
6. “Hawking bets CERN mega-machine won’t find ‘God’s Particle’”.
7. Stephen Hawking, “Out of a black hole”, palestra na Caltech, 9 de abril de 2008.
- * O Prêmio Nobel é muito raramente dado para teorias, mesmo as mais promissoras, se não houver evidências experimentais ou observacionais que lhes deem suporte.
8. Ian Sample, “Large Hadron Collider warms up for final drive to catch a Higgs boson”, *Guardian*, 26 de fevereiro de 2011, <http://www.guardian.co.uk/science/2011/feb/28/large-hadron-collider-higgs-boson>.
9. As informações sobre o relógio Corpus vêm de De Hamel e das próprias observações do autor do relógio.
10. Roger Highfield, “Stephen Hawking to unveil strange new way to tell the time”, *Telegraph*, 14 de setembro de 2008.
11. BBC Newsnight, 1º de outubro 2009, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/programmes/newsnight/8285100.stm>.
12. Matthews, p. 12.
13. Citado in Folger, “Return of the invisible man”, p. 44.
14. As citações e informações nestes parágrafos são de Stephen Hawking, “Why we should go into space”, palestra na Caltech, 2009, video copyright, Caltech Digital Media Services (Information Management Systems and Services).
15. Claudia Dreifus, “Life and the cosmos, word by painstaking word: a conversation with Stephen Hawking”, *The New York Times*, 9 de maio 2011, Seção de Ciências, p. 1.
16. “Stephen Hawking to accept Cosmos Award in Cambridge, England”, Sociedade Planetária, informativo para a imprensa, 24 de fevereiro de 2010, <http://www.planetary.org/about/press/releases/2010/0224>.
17. NASA/WMAP Science Team, National Aeronautics and Space Administration, “WMAP produces new results”, 26 de janeiro de 2010, <http://wmap.gsfc.nasa.gov/news/>.
18. Adrian Cho, “A recipe for the cosmos”, *Science*, vol. 330, n. 6.011 (17 de dezembro de 2010), p. 1615.
- * O WMAP foi finalmente consignado à “órbita-cemitério” em outubro de 2010.
19. “Planck’s New View of the Cosmic Theatre”, http://www.esa.int/SPECIALS/Planck/SEMK4D3SNIG_0.html.
20. Ibid.
21. Alan H. Guth e David I. Kaiser, “Inflationary cosmology: exploring the universe from the smallest to the largest scales”, *Science*, vol. 307, n. 5.711 (11 de fevereiro de 2005), pp. 884-90.
22. Barrow, p. 212.
23. Lawrence M. Krauss, Scott Dodelson e Stephan Meyer, “Primordial gravitational waves and cosmology”, *Science*, vol. 328, n. 5.981 (21 de maio de 2010), pp. 989-92.
24. “Catching Waves with Kip Thorne”, +*Plus magazine*...

- [25.](#) Thorne, “Warping Spacetime”, p. 74.
- [26.](#) James Bock et al., “Study of the experimental probe of inflationary cosmology intermediate mission for NASA’s Einstein Inflation Probe”, site da Biblioteca da Universidade Cornell arXiv:0906.1188v1 [astro-ph.CO].
- [27.](#) James Hartle, S. W. Hawking e T. Hertog, “Eternal inflation without metaphysics”, <http://arxiv.org/find/all/1/all:+AND+inflation+AND+hawking+eternal/0/1/0/all/0/1>, setembro de 2010.
- [28.](#) Ibid.
- [29.](#) James Hartle, Stephen W. Hawking e Thomas Hertog, “The no-boundary measure in the regime of eternal inflation”, *Physical Review*, D82 (2010), 063510.
- [30.](#) Ibid.
- [31.](#) Hartle, Hawking e Hertog, “Eternal inflation without metaphysics”.
- [32.](#) Citação direta do artigo de Hartle, Hawking e Hertog, de setembro de 2010, dando uma sensação real de como isso soa na língua da física teórica: “... um espectro essencialmente gaussiano de flutuações em micro-ondas com um índice espectral escalar $n_s \sim .97$ e um tensor para a razão escalar de aproximadamente 10%” (James Hartle, Stephen W. Hawking e Thomas Hertog, “Eternal inflation without metaphysics”).
- [33.](#) Folger, “Our universe is perfectly tailored for life”.
- [34.](#) As informações sobre Daniele Faccio e sua equipe vêm de “Dr. Hawking’s bright idea”, *The Economist*, 2 de outubro de 2010, pp. 93-4.

Capítulo 20

- [1.](#) Hawking e Mlodinow, *Grand design*, p. 8.
- [2.](#) Ibid.
- [3.](#) Stephen Hawking, “The origins of the universe”, palestra na Caltech, 4 de abril de 2006.
- [4.](#) Hawking and Mlodinow, *Grand design*, p. 72.
- [5.](#) Ibid., p. 9.
- [6.](#) Hawking, “The origins of the universe”, palestra.
- [7.](#) Hawking e Mlodinow, *Grand design*, p. 153.
- [8.](#) Ibid., p. 30.
- [9.](#) Ibid.
- [10.](#) Ibid., p. 34.
- [11.](#) Ibid., p. 32-3.
- [12.](#) Ibid., p. 72.
- [13.](#) Ibid., p. 46.
- [14.](#) Ibid., p. 58.
- [15.](#) Ibid., p. 178.
- [16.](#) Ibid., p. 181.
- [17.](#) “Understanding the universe: order of creation”, *The Economist*, 11 de setembro de 2010, p. 85.
- [18.](#) Ibid.
- [19.](#) Ibid.
- [20.](#) Dwight Garner, “Many kinds of universes, and none require God”, *The New York Times*, 7 de setembro de 2010.
- [21.](#) Hawking e Mlodinow, *O grande projeto*, p. 144.
- [22.](#) Ibid., p. 172.
- [23.](#) *Into the universe with Stephen Hawking*, Discovery Channel, transmissão em 2011.
- [24.](#) Ibid.
- [25.](#) Ibid.
- [26.](#) Ibid.
- [27.](#) Ibid.
- [28.](#) Ibid.
- [29.](#) Ibid.

- [30.](#) Stephen Hawking, conversa com a autora, novembro de 2010.
- [31.](#) Ian Sample, ““There is no heaven or afterlife... that is a fairy story for people afraid of the dark””, *Guardian*, 16 de maio de 2011, p. 3.
- [32.](#) Michael Wenham, “I’d stake my life that Stephen Hawking is wrong about heaven”, *Guardian*, 17 de maio de 2011, www.guardian.co.uk/commentisfree/belief/2011/may/17/stephen-hawking-heaven?intcmp=239.
- [33.](#) Dreifus, Seção de Ciências, p. 1.
- [34.](#) Hawking, *Reader’s companion*, p. 174.
- [35.](#) Introduction to Hawking: *Hawking on the Big Bang and black holes*, p. 1.

Referências bibliográficas

- ADAMS, Tim. "Brief history of a first wife". *Observer*, 4 de abril de 2004, <http://observer.guardian.co.uk/review/story/0,1185067,00.html>.
- ADLER, Jerry; LUBENOW, Gerald; MALONE, Maggie. "Reading God's mind". *Newsweek*, 13 de junho de 1988, p. 59.
- "All Things Came from a Pea". +Plus Magazine... Living Mathematics, Projeto Matemática do Milênio do Centro de Ciências Matemáticas da Universidade de Cambridge, 23 de novembro de 2007, <http://web.uvic.ca/%7Ejtwong/Hawking-Turok.ht>.
- AMES, Katrine. "Santa Maria and spaceships". *Newsweek*, 2 de novembro de 1992.
- ANSEN, David. "Off the beaten track", *Newsweek*, 21 de setembro de 1992, p. 50B.
- APPLEYARD, Bryan. "Master of the universe: will Stephen Hawking live to find the secret?". *Sunday Times*, 19 de junho de 1988.
- ASSOCIATED PRESS. "Scientist Stephen Hawking decries Iraq War". *USA Today*, 3 de novembro de 2004.
- BACHRACH, Judy. "A beautiful mind, an ugly possibility". *Vanity Fair*, junho de 2004.
- "Balloon Observations of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics".
- BARDEEN, J. M.; CARTER, B.; HAWKING, S. W. "The four laws of black hole mechanics". *Communications in Mathematical Physics*, 31 (1973), p. 162.
- BARROW, John, *The book of universes*. Londres: The Bodley Head, 2011.
- BBC. Horizon, "The Hawking paradox", 2005.
- BBC. Newsnight, 1º de outubro de 2009, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/programmes/newsnight/8285100.stm>.
- BEGLEY, Sharon; FOOTE, Jennifer. "Why past is past". *Newsweek*, 4 de janeiro de 1993, p. 50.
- BEKENSTEIN, Jacob D. "Black hole thermodynamics". *Physics Today*, janeiro de 1980, pp. 24-6.
- BENFORD, Gregory. "Leaping the abyss". *Reason Online*, abril de 2002, <http://reason.com/0204/fe.gb.leaping.shtml>.
- BOCK, James et al. "Study of the experimental probe of inflationary cosmologia intermediate mission for NASA's Einstein Inflation Probe". Cornell University Library website: arXiv:0906.1188v1 [astro-ph.CO].
- BOSLOUGH, John, *Beyond the black hole: Stephen Hawking's universe*, Glasgow: Fontana/Collins, 1984.
- BOUSSO, Raphael. "Adventures in de Sitter space". In GIBBONS, G. W.; SHELLARD, E. P. S.; RANKIN, S. J. (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmologia: celebrating Stephen Hawking's contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 539.
- BOYLE, Alan. "Hawking goes Zero-G: 'Space, here I come'". *Space on msnbe.com*, http://www.msnbc.msn.com/id/18334489/ns/technology_and_science-space/.
- _____. "The show goes on for Stephen Hawking", 15 de junho de 2006, <http://www.msnbe.msn.com/id/10086479> (não está mais acessível).
- BRIDLE, Sarah L.; LAHAV, Ofer; OSTRIKER, Jeremiah P.; STEINHARDT, Paul J. "Precision cosmology? Not just yet...", 10 de março de 2003.
- BROWNE, Malcolm W. "A bet on a cosmic scale, and a concession, sort of". *The New York Times*, 12 de fevereiro de 1997, p. A-22.
- BUCHER, M.; GOLDBABER, A. S.; TUROK, N. "Open universe from inflation". *Physical Review*, D52 (1995), pp. 3314-37.
- CARR, Bernard. "Primordial black holes". In G. W. GIBBONS; E. P. S. SHELLARD; S. J. RANKIN (orgs.), *The future of theoretical physics and cosmologia: celebrating Stephen Hawking's contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 236.
- "Catching waves with Kip Thorne". +Plus Magazine... Living Mathematics, Centro de Ciências Matemáticas, Projeto Millenium Maths, da Universidade de Cambridge, 23 de novembro de 2007, <http://plus.maths.org/content/catching-waves-kip-thorne>.
- CHO, Adrian. "A recipe for the cosmos". *Science*, vol. 330, n. 6.011 (17 de dezembro de 2010), p. 1.615.
- CLARKE, Natalie. "Professor Hawking in assault probe". *Daily Mail*, janeiro de 2004, p. 3.
- CONNOR, Steve; CASTLE, Stephen. "Hawking criticizes EU States trying to ban stem cell research". *Independent*, 24 de julho de

- 2006, p. 14.
- CRAMPTON, Robert. "Intelligence test". *The Times Magazine*, 8 de abril de 1995, p. 27.
- CRAY, Steve. "Rock-star welcome for top scientist". *South China Morning Post*, 13 de junho de 2006, seção Cidades, p. 1
- CRUZ, M.; MARTINEZ-GONZALEZ, E.; VIELVA, P.; DIEGO, J. M.; HOBSON, M.; TUROK, N. "The cmb cold spot: texture, cluster or void?", abril de 2008, <http://inspirebeta.net/record/783713>.
- DE HAMEL, Christopher, *The Corpus clock*. Ilha de Man: Fromanteel, 2008.
- DE WITT, Bryce S. "Quantum gravity". *Scientific American*, 249 (6) (dezembro de 1983), p. 114.
- DONALDSON, Gregg J. "The man behind the scientist". *Tapping Technology*, maio de 1999, <http://www.mdmap.org/tt/1999.05/1-art.html>.
- "Dr. Hawking's bright idea". *The Economist*, 2 de outubro 2010, pp. 93-4.
- DREIFUS, Claudia. "Life and the cosmos, word by painstaking word: a conversation with Stephen Hawking". *The New York Times*, 9 de maio de 2011, Seção de Ciências, p. 1.
- DURRANI, Martin. "Hawking slams 'stupid, worthless' play". *Physics World*, agosto de 2000, p. 8.
- FARNDAL, Nigel. "A brief history of the future". *Sydney Morning Herald*, 7 de janeiro de 2000.
- _____. "A brief history of the future". *The Hindu Magazine*, 15 de janeiro de 2000, p. 1.
- FERGUSON, Kitty. "Devouring the future: a profile of Stephen Hawking". *Astronomy Magazine*, dezembro de 1998.
- _____, *The music of Pythagoras*. Nova York: Walker Publishing, 2008. Publicado na Grã-Bretanha com o título *Pythagoras: his lives and the legacy of a rational universe*, Londres: Icon, 2010.
- FEYNMAN, Richard. *QED: the strange theory of light and matter*. Princeton: Princeton University Press, 1985.
- FLAM, Faye. "Plugging a cosmic information leak". *Science* 259 (1993), p. 1.824.
- FOLGER, Tim. "Our universe is perfectly tailored for life". *Discover Magazine*, dezembro de 2008, http://discovermagazine.com/2008/dec/10-sciences-alternative-to-an-intelligent-creator/article_view?searchterm=Andrei%20Linde&b_start:int=1.
- _____. "Return of the invisible man". *Discover Magazine*, julho/agosto de 2009, p. 48.
- _____. "The ultimate vanishing act". *Discover*, outubro de 1993, p. 100.
- FREEDMAN, David H. "Maker of worlds". *Discover Magazine*, julho de 1990, p. 49.
- GARNER, Dwight. "Many kinds of universes, and none require God". *The New York Times*, 7 de setembro de 2010.
- GEFTER, Amanda. "Mr. Hawking's flexiverse". *New Scientist*, 189, n. 2.548 (2006), pp. 28-32.
- GELL-MANN, Murray, palestra.
- GIBBONS, G. W.; HAWKING, S. W. (orgs.). *Euclidean quantum gravity*. Cingapura: World Scientific Publishing Company, 1993.
- GIBBONS, Gary. "Euclidean quantum gravity: the view from 2002". In G. W. GIBBONS; E. P. S. SHELLARD; S. J. Rankin (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmology: celebrating Stephen Hawking's contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 370.
- GOUREVITCH, Philip. "Interviewing the universe". *The New York Times Magazine*, 9 de agosto de 1992, http://www.errolmorris.com/content/profile/bhot_gourevitch.html.
- GREEN, Michael. "A brief description of string theory". In G. W. GIBBONS; E. P. S. SHELLARD; S. J. RANKIN (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmology: celebrating Stephen Hawking's contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 473.
- GRICE, Elizabeth. "Dad's Important, But We Matter, Too". *Telegraph*, 13 de abril de 2004, <http://www.telegraph.co.uk/arts/main.jhtml?xml=/arts/2004/04/13.bohawk13.xml>.
- GROSS, David. "String Theory". in G. W. GIBBONS; E. P. S. SHELLARD; S. J. RANKIN (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmology: celebrating Stephen Hawking's contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 465.
- GUTH, Alan H.; KAISER, David I. "Inflationary cosmology: exploring the universe from the smallest to the largest scales". *Science*, vol. 307, n. 5.711 (11 de fevereiro de 2005), pp. 884-90.
- HARTLE, J. B.; HAWKING, S. W. "Path-integral derivation of black hole radiance". *Physical Review*, D 13 (1976), pp. 2.188-203.
- HARTLE, James; HAWKING, S. W.; HERTOOG, Thomas. "The no-boundary measure in the regime of eternal inflation". *Physics Review*, D 82 (10 de janeiro de 2010), 063510.
- _____. "Eternal inflation without metaphysics".

- <http://arxiv.org/find/all/1/all:+AND+inflation+AND+hawking+eternal/0/1/0/all/0/1>, setembro de 2010.
- HARWOOD, Michael. “The universe and dr. Hawking”. *The New York Times Magazine*, 23 de janeiro de 1983.
- HAWKES, Nigel. “Hawking’s blockbuster sets a timely record”. *Sunday Times*, maio de 1988.
- HAWKING, Jane. Entrevista pessoal com a autora. Cambridge, abril de 1991.
- _____. *Music to move the stars: a life with Stephen Hawking*. Londres: Pan Books, 2000.
- _____. *Travelling to infinity: my life with Stephen*. Londres: Alma Books, 2008. Esse livro é uma versão muito expandida de *Music to move the stars*, 1999.
- HAWKING, Lucy; HAWKING, Stephen. *George’s cosmic treasure hunt*. Londres: Doubleday, 2009.
- _____. *George’s secret key to the universe*. Londres: Doubleday, 2007.
- HAWKING, S. W./Stephen/Stephen W. _____. “The arrow of time in cosmology”. *Physical Review*, D32 (1985), p. 2.495.
- _____. “Black hole explosions?”. *Nature*, 248 (1974), pp. 30-1.
- _____. *Black holes and baby universes and other essays*. Londres: Bantam Books, 1994.
- _____. “Black holes in general relativity”. *Communications in Mathematical Physics*, 25 (1972), pp. 152-66.
- _____. “A brief history of A brief history”. *Popular Science*, agosto de 1989, p. 70.
- _____. (ed., preparada por Gene Stone). *A brief history of time: a reader’s companion*. Nova York e Londres: Bantam Books, 1992.
- _____. *A brief history of time: from the Big Bang to black holes*. Londres e Nova York: Bantam Books, 1988.
- _____. e G. F. R. Ellis. “The cosmic black-body radiation and the existence of singularities in our universe”. *Astrophysical Journal*, 152 (1968), pp. 25-36.
- _____. “A debate on open inflation”. In David O. Caldwell (org.), *COSMO-98: Second International Workshop on Particle Physics and the Early Universe*. College Park, Md: American Institute of Physics, 1999, p. 21.
- _____. “The development of irregularities in a single bubble inflationary universe”. *Physics Letters*, B115 (1982), pp. 295-7.
- _____. “The edge of spacetime”. In Davies, *The new physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989, p. 67.
- _____. e W. Israel (orgs.). *Relatividade geral*. Cambridge: Cambridge University Press, 1979.
- _____. “Gravitational radiation from colliding black holes”. *Physics Review Letters*, 26 (1971), pp. 1.344-6.
- _____. *Hawking on the Big Bang and black holes*. Cingapura: World Scientific Publishing Company, 1993.
- _____. Penrose, Roger. *The nature of space and time*. Princeton e Oxford: Princeton University Press, 1996, 2010.
- _____. “The no-boundary proposal and the arrow of time”. In HALLIWELL, J. J.; PEREZ-MERCADER, J.; ZUREK, W. H. (orgs.). *Physical origins of time asymmetry*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992, p. 268.
- _____. Turok, N. “Open inflation without false vacua”. *Physics Letters*, B425 (1998), pp. 25-32.
- _____. tese de doutorado, Universidade de Cambridge, março de 1966.
- _____. Hertog, Thomas. “Populating the landscape: a top down approach”, fevereiro de 2006, <http://inspirebeta.net/record/710178>.
- _____. Penrose, R. “The singularities of gravitational collapse and cosmology”. *Proceedings of the Royal Society of London*, A314 (1970), pp. 529-48.
- _____. “Sixty years in a nutshell”. In GIBBONS; SHELLARD; RANKIN, (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmology: celebrating Stephen Hawking’s contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 106.
- _____. Moss, “Supercooled phase transitions in the very early universe”. *Physics Letters*, B110 (1982), p. 35.
- _____. Israel, W. (orgs.). *300 years of gravitation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- _____. *The universe in a nutshell*. Nova York e Londres: Bantam Books, 2001.

Palestras e artigos científicos

- “Gödel and the end of physics”, palestra para a Celebração Centenária de Dirac, 20 de julho de 2002.
- Palestra inaugural como professor lucasiano de matemática, abril de 1980.
- Palestra no Instituto Smithsonian, Washington, DC, 14 de fevereiro de 2005.
- “The origins of the universe”, palestra na Caltech, 4 de abril de 2006.
- “Out of a black hole”, palestra na Caltech, 9 de abril de 2008.
- Artigo para a 17ª Conferência Internacional sobre Relatividade Geral e Força da Gravidade, Dublin, julho de 2004.

“Remarks by Stephen Hawking”, Conselho Millenium da Casa Branca 2000, <http://clinton4.nara.gov/Initiative/Millennium/shawking.html>.

“To boldly go”, palestra para graduandos na Caltech, 14 de janeiro de 2005.

“Why we should go into space”, palestra na Caltech, 2009, copyright do vídeo de Cal Tech Digital Media Services (Information Management Systems and Services).

Inéditos

“Black Holes and their children, baby universes”.

“Is everything determined?”, 1990.

“Is the end in sight for theoretical physics?”. “My experience with motor neurone disease”.

“A short history”.

Entrevistas pessoais com a autora

Cambridge, dezembro de 1989; junho de 1990; novembro de 2010.

Conversa com a autora, primavera de 1996; outubro de 2000.

Entrevistas para a televisão

ABC, 20/20, transmissão em 1989.

Entrevista com Larry King, Larry King Live Weekend, Cable News Network, 25 dezembro de 1999.

“Hawking bets CERN mega-machine won’t find ‘God’s particle’”, 9 de setembro de 2008, <http://afp.google.com/article/ALeqM5jaOONGqv-xW-JhBOWgiNCVi6Rsmw>.

“Hawking extols joy of discovery”. BBC *News*, 11 de janeiro de 2002.

“Hawking gets personal”. *Time*, 27 de setembro de 1993, p. 80.

“Hawking humor”. *Israel Today*, 28 de janeiro de 2007, <http://www.israeltoday.co.il>.

“Hawking misrepresents pope John Paul II”. *Catalyst*, 31, n. 6 (2006) http://www.catholicleague.org/catalyst/2006_catalyst/07806.htm#broward.

“Hawking misrepresents pope John Paul II”. Catholic League for Religious and Civil Rights, <http://www.catholicleague.org/catalyst.php?year=2006&month=July-August&read=2078>.

HIGHFIELD, Roger. “Stephen Hawking to unveil strange new way to tell the time”. *Telegraph*, 14 de setembro de 2008.

HOGAN, Jenny. “Hawking cracks black hole paradox”. *New Scientist*, 14 de julho de 2004.

Into the universe with Stephen Hawking. Discovery Channel, 2011 (o título na Grã-Bretanha é *Stephen Hawking’s universe*, repetindo o título de um especial de televisão anterior).

JEROME, Richard; BANE, Vickie; SMITH, Terry. “Of a mind to marry: physicist Stephen Hawking pops the most cosmic question of all to his nurse”. *People Magazine*, 7 de agosto de 1995, p. 45.

JONAS, Gerald. “A brief history”. *The New Yorker*, 18 de abril de 1988, p. 31.

KRAUSS, Lawrence M.; DODELSON, Scott; MEYER, Stephan. “Primordial gravitational waves and cosmology”. *Science*, vol. 328, n. 5.981 (21 de maio de 2010), pp. 989-92.

LARSEN, Kristine, Stephen Hawking: a biography. Amherst: Prometheus Books, 2007.

LEMONICK, Michael D. “Hawking gets personal”. *Time*, 27 de setembro de 1993, p. 80.

LERCHE, W.; LUST, D.; SCHELLEKENS, A. N. “Chiral four-dimensional heterotic strings from selfdual lattices”. *Nuclear Physics*, B287, 477 (1987).

LINDE, A. D. “Eternally existing self-reproducing chaotic inflationary universe”. *Physics Letters*, B175, 395 (1986).

_____. “A new inflationary universe scenario: a possible solution of the horizon, flatness, homogeneity, isotropy, and primordial monopole problems”. *Physics Letters*, B108 (1982), pp. 389-93.

LINDE, Andrei. “Inflationary theory versus the ekpyrotic/cyclic scenario”. In GIBBONS, ; SHELLARD, ; RANKIN, (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmology: celebrating Stephen Hawking’s contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University

- Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), pp. 801-2.
- LIVIO, Mario; REES, Martin J. “Anthropic reasoning”. *Science*, vol. 309, n. 5.737 (12 de agosto de 2005), pp. 1.022-3.
- MACADAM, Harry. “Search is vital, says Hawking”. Sun, 28 de dezembro de 2006, <http://www.thesun.co.uk/article/0,,2-2006600196,00.html>.
- MALDACENA, Juan Martin. “The large N limit of superconformal field theories and supergravity”, novembro de 1997, <http://inspirebeta.net/record/451647>.
- Master of the universe: Stephen Hawking*, programa da BBC, 1989.
- MATTHEWS, Robert. “Stephen Hawking fears prejudice against fundamental research threatens the future of science in Britain”. CAM: The University of Cambridge Alumni Magazine, Michaelmas Term, 1995, p. 12.
- MCDANIEL, Melissa. *Stephen Hawking: revolutionary physicist*. Nova York: Chelsea House Publications, 1994.
- MCKIE, Robin. “Master of the universe”. *Observer*, 21 de outubro de 2001.
- MURDOCH, Dugald, *Niels Bohr’s philosophy of physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- NASA/WMAP SCIENCE TEAM, National Aeronautics and Space Administration. “First year results on the oldest light in the universe”, 11 de fevereiro de 2003, http://wmap.gsfc.nasa.gov/news/PressRelease_03-064.html.
- _____. “Fifth year results on the oldest light in the universe”, 7 de março de 2008.
- _____. “WMAP produces new results”, 26 de janeiro de 2010, <http://wmap.gsfc.nasa.gov/news/>.
- “No end of universe creation theories”. In +Plus Magazine... Living Mathematics, Centro de Ciências Matemáticas, Projeto Millenium Maths, da Universidade de Cambridge, 23 de novembro de 2007, <http://web.uvic.ca/%7Ejtwong/Hartle-Hawking.htm>.
- OLESEN, Alexa. “Stephen Hawking: earth could become like Venus”, 22 de junho de 2006, http://www.livescience.com/environment/ap_060622_hawking_climate.html.
- OVERBYE, Dennis. “Cracking the cosmic code with a little help from dr. Hawking”. *The New York Times*, 11 de dezembro de 2001.
- _____. “The wizard of space and time”. *Omni*, fevereiro de 1979, p. 106.
- PAGE, D. N.; HAWKING, S. W. “Gamma rays from primordial black holes”. *Astrophysical Journal*, 206 (1976).
- PAGE, Don N. “Hawking’s timely story”. *Nature*, 332, 21 de abril de 1988, p. 743.
- _____. “Will entropy decrease if the universe recollapses”. *Physical Review*, D32 (1985), pp. 2.496-9.
- PATON WALSH, Nick. “Alter our DNA or robots will take over, warns Hawking”. *Observer*, 2 de setembro de 2001.
- PENROSE, Roger. “The problem of spacetime singularities: implications for quantum gravity?”. In GIBBONS, G. W.; SHELLARD, E. P. S.; RANKIN, S. J. (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmology: celebrating Stephen Hawking’s contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 51.
- PIPPARD, Brian. “The invincible ignorance of science”. *The Great Ideas Today*, 1990, Encyclopedia Britannica, Inc.
- “Planck’s new view of the cosmic theatre”, http://www.esa.int/SPECIALS/Planck/SEMK4D3SNIG_0.html.
- Professor Hawking’s universe*, programa da BBC, 1983.
- REES, Martin. “Our complex cosmos and its future”. In GIBBONS, G. W.; SHELLARD, E. P. S.; RANKIN, S. J. (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmology: celebrating Stephen Hawking’s contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 17.
- ROTHSTEIN, Edward. “Glass on Columbus, hip on a grand scale”. *International Herald Tribune*, 15 de outubro de 1992.
- SALISBURY, David. “Hawking, Linde spar over birth of the universe”. *Stanford Report Online*, 19 de abril de 1998, <http://news-service.stanford.edu/news/1998/april29/hawking.html>.
- SAMPLE, Ian. “Large Hadron Collider warms up for final drive to catch a Higgs boson”. *Guardian*, 26 de fevereiro de 2011, <http://www.guardian.co.uk/science/2011/feb/28/large-hadron-collider-higgs-boson>.
- _____. “There is no heaven or afterlife... that is a fairy story for people afraid of the dark”. *Guardian*, 16 de maio de 2011, p. 3, <http://www.guardian.co.uk/science/2011/may/15/stephen-hawking-interview-there-is-no-heaven?INTCMP=SRCH>.
- SANER, Emine. “Lucy Hawking’s fears”. *Evening Standard* (Londres), 14 de abril de 2004, <http://www.thisislondon.co.uk/showbiz/article-10226902-lucy-Hawking-fears.do> (acessado em junho de 2011).
- SCHICKEL, Richard. “The thrust of his thought”. *Time*, 31 de agosto de 1992, pp. 66, 69.
- SCIAMA, Denis W. *The unity of the universe*. Garden City: Doubleday and Company, 1961.

- SHUHMAHER, Natalia; BRANDENBERGER, Robert. "Brane gas-driven bulk expansion as a precursor state to brane inflation". *Physical Review Letters*, 96 (2006), 161301.
- SIPCHEN, Bob. "The sky no limit in the career of Stephen Hawking". *West Australian*, 16 de junho de 1990.
- SNIDER, Mike. "Are computer viruses form of life?". *USA Today*, 3 de agosto 1964, p. 1.
- "Space colonies needed for human survival". *The Guardian*, 16 de outubro de 2001, p. 3.
- "Stephen Hawking to accept cosmos award in Cambridge England". The Planetary Society, release de imprensa, 24 de fevereiro de 2010, <http://www.planetary.org/about/press/releases/2010/0224>.
- "Stephen Hawking to divorce second wife". *Mail Online*, última atualização em 19 de outubro de 2006.
- Stephen Hawking's alternate universe, vídeo no Instituto Smithsonian, Washington, DC, 14 de fevereiro de 2005.
- STEVENS, David. *IMDb mini biography of Errol Morris*, <http://www.imdb.com/name/nm0001554/bio>.
- SUSSKIND, Leonard. *The black hole war: my battle with Stephen Hawking to make the world safe for quantum mechanics*. Nova York, Boston e Londres: Back Bay Books, 2008.
- SUSSKIND, Leonard. "Twenty years of debate with Stephen". In GIBBONS, G. W.; SHELLARD, E. P. S.; RANKIN, S. J. (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmology: celebrating Stephen Hawking's contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 330.
- TASKER, Fred. "Deep thinkers abuzz over idea of computer virus as life". *Richmond Times-Dispatch*, 10 de agosto de 1994, p. 4.
- TAYLOR, J. G.; DAVIES, P. C. W., artigo em *Nature*, 248 (1974).
- "This week's finds in mathematical physics" (Semana 207), 25 de julho de 2004, website "John Baez's Stuff", baez@math.removethis.ucr.andthis.edu.
- THORNE, Kip, *Black holes and time warps*. Nova York: W. W. Norton and Company, 1994.
- _____. "Warping spacetime". In GIBBONS, G. W.; SHELLARD, E. P. S.; RANKIN, S. J. (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmology: celebrating Stephen Hawking's contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), pp. 102-3.
- "Trek stop". *People Magazine*, 28 de junho de 1993, pp. 81-2.
- TUROK, Neil. "The ekpyrotic universe and its cyclic extension". In GIBBONS, G. W.; SHELLARD, E. P. S.; RANKIN, S. J. (orgs.). *The future of theoretical physics and cosmology: celebrating Stephen Hawking's contributions to physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003 (Workshop e Simpósio pelo 60º Aniversário de Stephen Hawking, janeiro de 2002), p. 781.
- "Understanding the universe: order of creation". *The Economist*, 11 de setembro de 2010, p. 85.
- VEASH, Nicole Tuesday. "Ex-wife's kiss-and-tell paints Hawking as tyrant". *Indian Express, Bombaim*, 3 de agosto de 1999.
- WADE, Mike. "Peter Higgs launches attack against Nobel rival Stephen Hawking". *Sunday Times*, 11 de setembro de 2008.
- WALDROP, M. Mitchell. "The quantum wave function of the universe". *Science*, vol. 242 (2 de dezembro de 1988), p. 1.248.
- WALTON, Ellen. "Brief history of hard times" (entrevista com Jane Hawking), *Guardian*, 9 de agosto de 1989.
- WATSON, Andrew. "Inflation confronts an open universe". *Science*, 279 (1998), p. 1.455.
- WENHAM, Michael. "I'd stake my life that Stephen Hawking is wrong about heaven". *Guardian*, 17 de maio de 2011, www.guardian.co.uk/commentisfree/belief/2011/may/17/stephen-hawking-heaven?intcmp=239.
- WHEELER, John A. Poema inédito.
- WHITEHOUSE, David. "Black holes turned inside out". *BBC News*, 22 de julho de 2004.
- YAHOO SEARCHBLOG, 1º de agosto de 2006, <http://www.ysearchblog.com/archives/999336.html>
- YULSMAN, Tom. "Give peas a chance". *Astronomy Magazine*, setembro de 1999, pp. 38-9.

Agradecimentos

Quero agradecer a Stephen Hawking por seu tempo e paciência em me ajudar a compreender suas teorias e por aturar algumas de minhas perguntas terrivelmente ingênuas.

Também sou grata às seguintes pessoas por suas diversas formas de auxílio, incluindo ler e conferir partes deste livro e discutir comigo os assuntos abordados. Algumas das pessoas listadas abaixo não tiveram qualquer envolvimento direto nesta obra. Outras não estão mais vivas. Mas, levando-se em consideração quanto me ajudaram, ao longo dos anos, a entender Stephen Hawking e sua obra e a ciência contida nela, seria injusto não lhes agradecer aqui.

Sidney Coleman, Judith Croasdell, Paul Davies, Bryce DeWitt, Yale Ferguson, Matthew Fremont, Joan Godwin, Andrei Linde, Sue Masey, Don Page, Malcolm Perry, Brian Pippard, Joanna Sanferrare, Leonard Susskind, Neil Turok, Herman e Tina Vetter, John A. Wheeler e Anna Zytkow.

Não obstante, qualquer falha deste livro é de minha total responsabilidade.

Kitty Ferguson